www.radio.ru

8 • 2013

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Усилитель диапазона 136 кГц

- *Устранение помех от компьютерных ТВ тюнеров*
- *Автомат управления инкубатором*
- *Указатель включённой передачи*
- *Эквивалент нагрузки*

...и ещё 24 конструкции

8
2013

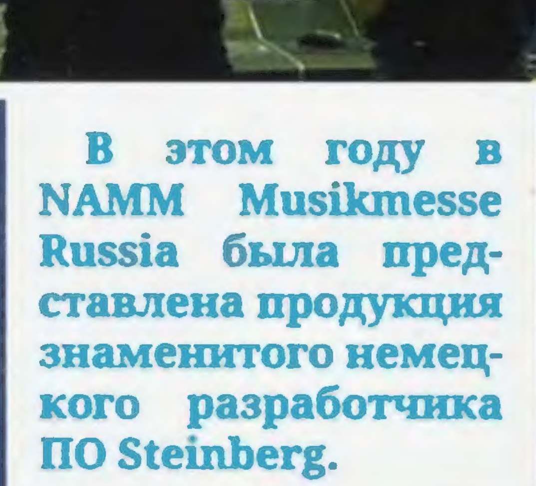
АН13

NAMM Musikmesse Russia 2013

Е. СТЕПАНОВА, г. Москва

В Экспоцентре на Красной Пресне в Москве в мае этого года во второй раз проводилась Международная музыкальная выставка NAMM Musikmesse Russia. Дебют выставки на российской земле состоялся ровно год назад, и журнал "Радио" подробно освещал новинки, которые демонстрировались в залах Экспоцентра, и мероприятия, которые проводились на стендах. О том, как развивались события на этой выставке в нынешнем году, рассказывает эта статья.

(см. статью на с. 4)



В этом году в NAMM Musikmesse Russia была представлена продукция знаменитого немецкого разработчика ПО Steinberg.

Электронная ударная установка Roland.

Синтезаторы на стенде компании Proaudio.ru.

Синтезаторы Roland.

Оборудование BOSS привлекло большое внимание гитаристов.

В НОМЕРЕ:

Призы журнала "Радио" ... 14

Е. СТЕПАНОВА. NAMM Musikmesse Russia 2013 ... 4

НАУКА И ТЕХНИКА 5

А. ГОЛЫШКО. Мы наш, мы новый мир дополним... 5

ВИДЕОТЕХНИКА 9

Д. ПАНКРАТЬЕВ. Устранение помех от компьютерных ТВ тюнеров в сетях кабельного телевидения ... 9

ЗВУКОТЕХНИКА 11

А. ЖУРЕНКОВ. АС с щелевым фазоинвертором ... 11
Д. ГОРШЕНИН. Особенности проектирования кроссоверов для высококачественных АС ... 15

РАДИОПРИЁМ 19

В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания ... 19
А. БУТОВ. Внешняя телескопическая антенна для мобильных устройств ... 20

КОМПЬЮТЕРЫ 21

В. ГЕЙМАН. Переключение НЖМД в компьютере ... 21

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА 22

В. ЛИСИЦЫН. "ZX Spectrum" на микроконтроллерах AVR ... 22

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 25

В. КАЛАШНИК. Синхронный выпрямитель ... 25
А. БУТОВ. Модернизация ЗУ Nokia ACP-7E ... 27

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 28

С. РЮМИК. Разработки бельгийских радиолюбителей ... 28
В. КОРКИН. Управление коэффициентом передачи токового зеркала ... 30

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 31

С. САМОЙЛОВ. Автомат управления инкубатором ... 31
И. НЕЧАЕВ. Из деталей КЛЛ. Управление сетевым светильником по двум проводам ... 34
П. ПЕТРОВ. Простой мегафон с режимом сирены ... 35
Н. САЛАХЕТДИНОВ. Самодельная миниатюрная светодиодная цокольная лампа ... 36
К. МОРОЗ. Индикатор "перекоса" фаз ... 37
Б. КАНАЕВ, Е. ГОЛОМАЗОВ. Цифровой термометр ... 38
А. КОРНЕВ. Автомат поддержания заданной температуры в теплице ... 41
С. КРУШНЕВИЧ. Выключатель освещения в подсобном помещении ... 42

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ 44

С. КАШУТИН. Указатель включённой передачи ... 44

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 46

Наша консультация ... 46

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 47

Молодёжная конференция "Радио-Поиск 2013" ... 47
Д. МАМИЧЕВ. Миниатюрный кораблик ... 49
Е. ЯКОВЛЕВ. Тревожный сигнализатор ... 50
И. НЕЧАЕВ. Эквивалент нагрузки источника питания ... 51
С. СОКОЛ. Микроконтроллеры MSP430. Сенсорный регулятор яркости светодиода ... 53

"РАДИО" — О СВЯЗИ 55

Б. СТЕПАНОВ. YL нас порадовали! ... 55
Г. ЧЛИЯНЦ. Очно-заочный чемпионат Украины ... 56
В августе 91-го... ... 57
В. ТИМОФЕЕВ, П. ШАЛЮТА. Осваиваем 10 ГГц! ... 58
Новости СРР ... 59
А. КУДРЯВЦЕВ. Усилитель мощности диапазона 136 кГц ... 60

ОБМЕН ОПЫТОМ (24). ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 18, 23, 24, 43, 45, 57, 64).

На нашей обложке. Усилитель мощности диапазона 136 кГц (см. статью на с. 60).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АС С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРА
БЛОКИ ПИТАНИЯ ЛЮСТРЫ ЧИЖЕВСКОГО
СДУ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ
УКВ РАМОЧНАЯ АНТЕННА

Тираж журнала «Радио» № 7 сдан для рассылки подписчикам 03.07.2013 г.

Уважаемые читатели!

Редакция журнала «Радио» совместно с ООО «Чип набор» распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: http://kits.radio.ru).

ПРЕДЗАКАЗ

на набор

«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П» по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Редакция совместно с ООО «Чип набор» выпускает набор для радиолюбителей «Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П», описание которого было опубликовано в статье С. Комарова («Радио», 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48). В набор входят лампы, трансформаторы, дроссель, комплект деталей, провода, крепёжные и установочные изделия. Отдельно можно приобрести готовое шасси для этого усилителя.

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Уважаемые читатели, из-за входящих в набор тяжёлых трансформаторов и хрупких радиоламп пересылка почтой осуществляться не будет.

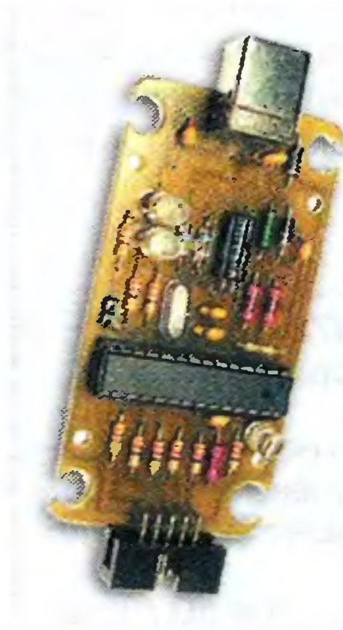
НОВЫЙ НАБОР

Редакция совместно с ООО «Чип набор» распространяет новый набор для радиолюбителей «Программируемый термостат», описание которого опубликовано в статье В. Нефёдова «Программируемый терморегулятор для системы отопления» («Радио», 2011, № 1, с. 40, 41). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция. Стоимость набора в редакции — 900 руб., с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 1130 руб.

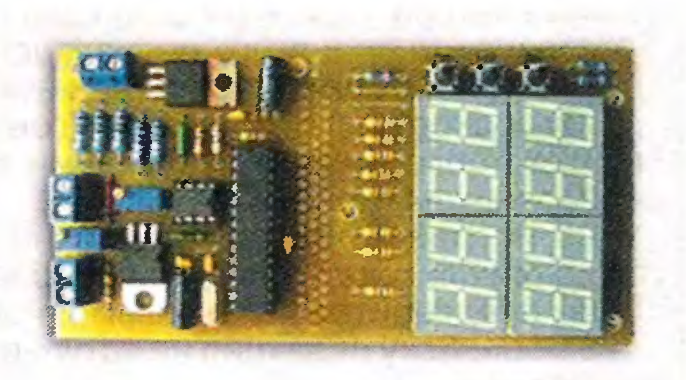
Более подробную информацию об условиях приобретения набора можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Набор для радиолюбителей «Автомат световых эффектов на микроконтроллере».
Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 600 руб.

«Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676».
Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 1230 руб.



«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».
Стоимость с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ:
1. Набор для сборки «USB программатор» — 720 руб.
2. Набор для сборки «Переходник для программирования МК ATmega» — 300 руб.
3. Корпус (подходит только для набора «USB программатор») — 200 руб.
4. Провод соединительный «USB A-B 1.5 метра» — 200 руб.
Все четыре наименования — 1090 руб.



«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения».
Стоимость набора с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ — 940 руб.

В редакции журнала «Радио» можно приобрести журналы.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2008	1—12	10 руб.	55 руб.	75 руб.
2009	1—12	20 руб.	65 руб.	85 руб.
2010	1—12	25 руб.	70 руб.	90 руб.
2011	1—12	45 руб.	90 руб.	110 руб.
2012	1—12	80 руб.	125 руб.	140 руб.
2013	С 1-го...	95 руб.	150 руб.	165 руб.

Деньги за интересующие вас наборы и журналы нужно отправить почтовым переводом или через ОАО «Сбербанк России» на наш расчётный счёт. На бланке обязательно напишите, за что вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «Радио» на второе полугодие 2013 года.
Подписная цена одного номера журнала по каталогу Роспечати 95 рублей.
Подписные индексы:
Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772;
Объединённый каталог «Пресса России» 89032;
«Каталог Российской прессы» Почта России 61972.

Получатель:
ЗАО «Журнал «Радио»,
ИНН 7708023424,
КПП 770801001
р/с 40702810438090103159,
ОАО «Сбербанк России»,
г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, только при почтовом переводе указывайте индекс банка — 101000.

Редакция журнала «Радио» предлагает подписку на электронную копию журнала «Радио» с доставкой по электронной почте.
Как подписаться, Вы узнаете, посетив страничку http://el.radio.ru

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ, С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.07.2013 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 13-07-00308.

NAMM Musikmesse Russia 2013

Е. СТЕПАНОВА, г. Москва

Вряд ли будет преувеличением сказать, что российские музыканты, звукоинженеры и все, кто интересуются звуком и музыкой, с нетерпением ждали открытия NAMM Musikmesse Russia и следили за новостями на сайте выставки задолго до того, как распахнулись двери выставочных павильонов Экспоцентра. И это неудивительно: прошлогодний дебют запомнился многим. Некоторые организационные огрехи, имевшие место в прошлом году, в целом не оставили слишком неприятного осадка — дебют на то и дебют, чтобы было что доработать впоследствии. И все ожидали, что в 2013 г. выставка пройдёт как минимум с прежним размахом.

Однако даже самый беглый просмотр списка участников, опубликованный на сайте, и программы выставки заставили многих призадуматься, а стоит ли тратить один из солнечных майских дней на посещение Экспоцентра. Не секрет,

Программные гитарные эффекты IK Multimedia Amplitube для планшетника iPad.

что в наши дни всё самое интересное для музыкантов, владеющих современными технологиями, а также для звукоинженеров и энтузиастов звукозаписи происходит в области компьютерной музыкальной студии. В прошлом году этот раздел (программное обеспечение, аппаратные средства и т. д.) был представлен недостаточно. И в нынешнем году, несмотря на ожидания, ситуация не улучшилась.

Кроме того, для проведения NAMM Musikmesse Russia и Prolight + Sound по-прежнему отвели только два павильона. Это сразу наводило на мысль, что будет очень шумно — по крайней мере, в павильоне "Форум", в котором располагается Musikmesse.

Правда, начиная со второго дня выставки, на открытой площадке Экспоцентра должен был проходить фестиваль "liveONstage", на котором ожидалось выступление популярных российских рок-групп и музыкантов — Найк Борзов, "Маша и Медведи" и др. Вероятно, по замыслу организаторов, это должно было привлечь посетителей несмотря на отсутствие на выставке некоторых ведущих гитарных брендов и продукции для компьютерной музыкальной студии.

С такими предположениями 16 мая, в первый день работы выставки, я отправилась в Экспоцентр. Тут же и выяснилось, что одно из моих предположений оказалось ошибочным: шумно, как в прошлом году, не было. По одной простой причине — очень мало посетителей. К тому же "полиция звука" (sound police — служба, следящая за уровнем гром-

Окончание. Начало см. на 2-й с. обложки

кости в павильонах) на моих глазах пресекала любые попытки, в том числе и попытки самих стендистов, поиграть даже на тех музыкальных инструментах, которые звучат самостоятельно, т. е. аккордеонах, духовых инструментах и т. п. Этот нонсенс для международной выставки, ориентированной на потребителя музыкальной продукции, ещё требовалось осмыслить, а пока я отправилась бродить по залу.

В павильоне "Форум" часть выставочных площадей оказалась незанятой, и на свободном пространстве располагались мягкие кресла для желающих отдохнуть. Но всё-таки, где же люди? Во Франкфурте во время проведения Musikmesse в первый день выставки по залам с самого утра уже ходят толпы посетителей, все желающие играют на инструментах, смотрят демонстрацию нового оборудования, посещают мастер-классы... В Москве — совсем другая картина.

Посмотреть там всё-таки было на что: например, стенд компании Roland, на котором были как синтезаторы, так и гитарное оборудование. Кроме того, на стенде Roland в специальном помещении проводились презентации новинок. Компания Artimusic, традиционно в нашей стране представляющая продукцию Casio, также выставила всю линейку синтезаторов и цифровых пианино. Была и техника для диджеев, и акустические инструменты. Но в целом павильон "Форум" напоминал, скорее, огромный магазин, в котором торгуют клавишными, гитарами, нотными сборниками, нежели музыкальную выставку международного уровня.

Создалось впечатление, что NAMM Musikmesse Russia полностью переориентировалась на деловую сферу. В рамках выставки проходило много обучающих семинаров — например, NAMM University, ориентированные на предприятия розничной торговли. Безусловно, заключались контракты и велись переговоры — это важная составляющая музыкальной выставки, которая обычно проходит не на виду у публики.

Международная музыкальная конвенция "Colisium", в которой участвовали представители шоу-бизнеса, продюсеры и организаторы концертов, сфокусировалась на музыкальных средствах массовой информации, маркетинге и новых возможностях для продвижения музыки. Состоялась международная конференция "Музыкальное образование для всех", на которой рассматривались вопросы музыкального и медийного образования для всех возрастов. Круглый стол "Музыка нас связала" был посвящён вопросам взаимодействия между бизнесом и государственными структурами, гражданским обществом, средствами массовой информации.

Все эти и другие подобные мероприятия, разумеется, имеют важное значение и входят в программу не только у нас, но и американской NAMM, и франкфуртской Musikmesse. Но, похоже, организаторы забыли о главном — об обычных посетителях, музыкантах, звукоинженерах, энтузиастах звукозаписи. О тех, кто пришёл на выставку не контракты заключать, а ознакомиться с новинками в области музыкальных технологий. Именно для них должны проводиться мероприятия на стендах, и тут одним-двумя мастер-классами ведущих музыкантов организаторы выставок в США и Германии не ограничиваются. Мне доводилось много раз бывать на Musikmesse/Prolight + Sound во Франкфурте. Главное, что отличает "фирменную" выставку от российской, — это то, что с первого часа работы первого дня выставки и до последнего часа работы последнего дня на каждом стенде строго по расписанию проходит презентация оборудования. Причём в большинстве случаев её проводят хорошие музыканты, а не продавцы. Кроме того, на "фирменных" NAMM и Musikmesse присутствуют сами разработчики, готовые в любой момент ответить на любой вопрос и описать свою продукцию в деталях. На NAMM Musikmesse Russia разработчиков (в частности, вендоров программного обеспечения) не оказалось, а их продукцию представили российские дилеры.

Организаторы по итогам выставки отрапортовали о рекордной посещаемости (ещё один необъяснимый казус) и сообщили о том, что в будущем году NAMM Musikmesse Russia будет проводиться осенью. Что же, поживём — увидим, приживётся ли выставка на российской земле. Скорее всего, третий год будет для NAMM Musikmesse Russia решающим.

Мы наш, мы новый мир дополним...

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

Говорят, что всё, что есть хорошего в жизни, либо незаконно, либо аморально, либо ведёт к ожирению.

Для тех, кому чего-то не хватает

Что бы ни говорили философы, а с точки зрения контент-провайдеров, нас всех окружает контент или информационное содержимое, данное нам в ощущениях. Он поступает к нам за авторством посредством природы, человека или разнообразных сетей связи. С точки зрения маркетинга очень жаль, что многие виды контента нельзя преобразовывать по своему желанию. Ну как тут, к примеру, повлияешь на произведения природы, если ты тоже одно из них, причём не самое крупное? Повлиять серьёзно в реальном мире, быть может, к счастью для природы, нам и не удастся, но зато в активно выстраиваемом сегодня мире виртуальном, очевидно, кое-что получится. Главное — иметь желание. Итак...

Быть может, вам мало того, что вас окружает. Например, друзей или телевизора с одними и теми же персонажами. Быть может, вам попросту надоели домочадцы и сослуживцы и хочется чего-то нового, но времени на это нет. Быть может, вам хотелось бы побывать во многих уголках мира, но нет таких возможностей. Быть может, вы не удовлетворены какой-нибудь другой окружающей вас действительностью, но не имеете желания или возможности её менять или даже сообщить о ней. Отныне всё это — не беда, потому что в нашу повседневность входит такое явление, как "дополненная реальность" или Augmented Reality (AR). Автором этого термина предположительно является один из сотрудников корпорации Boeing в 1990 г. Под AR подразумевают сегодня любые возможные варианты внедрения мнимых объектов в реальное пространство. Собственно, внедряться в виртуальное пространство человечество уже научилось, и путешествовать по виртуальным мирам уже можно, надев на голову специальную видеоприставку, изолирующую от реального мира. Уже отсняты художественные фильмы (тот же "Аватар" Дж. Кэмерона), где соседствуют виртуальные и реальные актёры в реальном мире и виртуальном. Уже существуют игры, фильмы и другой контент с программируемым сценарием. Но вот дополнить виртуальностью не кино, а "онлайновую реальность" (пусть даже игровую) — это несколько другой и более серьёзный уровень информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Так куда же движутся последние?

Прежде всего, это может быть добавление виртуальных объектов к видео в режиме реального времени, наложение вспомогательной информации на фото и карты и даже на любые объекты окружающего пространства. Реализация этой идеи стала возможной только сейчас, с появлением новых, более мощных процессоров мобильных устройств. Уже созданы технологии дополненной реальности, привязанные к сервисам геолокации (англ. geolocation) или геопозиционирования, когда на реальное изображение — карту или спутниковую фотографию накладывается дополнительная виртуальная информация.

Другое направление развития дополненной реальности в связке с геопозиционированием — разнообразные путеводители, представляющие собой гиды для смартфонов и планшетных компьютеров и предназначенные как для туристов, так и для участников самых разных мероприятий: от слёта ветеранов до заседаний правительства.

Типичный пример — разработанный корпорацией Google сервис Layar и одноимённое приложение для мобильных устройств, иногда также именуемое "браузером дополненной реальности". Сначала сервис предоставлял пользователям смартфонов информацию, базируясь исключительно на основе данных спутниковой навигации, затем приложение научилось "видеть" вокруг себя, т. е. распознавать цветные изображения в режиме реального времени. Правда, пока Layar Vision способен распознавать лишь изображения, нанесённые на плоскую поверхность, например, постеры, биллборды, флаеры, обложки книг и журналов, картины. Распознавание и встраивание объёмных изображений — дело более отдалённого будущего. Но оно не так уж и далеко.

Ещё один вариант внедрения дополненной реальности — концепт Aeon Project, представляющий собой интерактивную систему управления транспортным средством, предусматривающую проекцию на лобовое стекло автомобиля голограммы и складной руль. Вся интерактивная графика, управление которой осуществляется "прикосновением" к висящим в воздухе предметам, появляется прямо перед лобовым стеклом.

Вообще, голограммы будут постепенно стирать грань между "настоящими" и "дополненными" реальностями, и это приведёт к тому, что разные люди, смотрящие на один и тот же пейзаж, смогут видеть его разные дополнения. И уже не так удивят "видение девы Марии" или "явление налогового инспектора". Но это будет когда-нибудь потом...

Пока же существуют два типа устройств дополненной реальности: смартфоны с камерой и специальным ПО и так называемые очки дополненной реальности, о которых мы подробнее поговорим далее.

Именно от успешных AR-проектов стоит ждать революционных изменений в использовании цифровых технологий, так как такой подход может упростить доступ людей к информации, сделав его более прикладным и удобным. Но это произойдёт только с появлением инфраструктуры и сервисов для решения повседневных задач. Однако лиха беда начало...

Мировой тренд и рынок

Согласно прогнозам компании J'son & Partners Consulting, развитие систем дополненной реальности — это мировой тренд, а их рынок уже совсем скоро начнёт активно расти и достигнет к 2016 г. 2,2 млрд USD.

По мнению этой компании, важным плюсом смартфонов является их широкое распространение, технические возможности (наличие камеры и дисплея), понятный пользовательский интерфейс и наличие ПО. Но у них есть и недостатки, например, ограниченное время автономной работы и недостаточное число приложений.

У очков тоже есть плюсы и минусы. С одной стороны, налицо удобство регулярного использования, адаптация под задачи дополненной реальности и программно-аппаратного комплекса и возможность эволюции. К минусам можно отнести громоздкость и отсутствие массового спроса. Хотя они уже есть в продаже, рынок находится в ожидании устройств, нацеленных на массовый сегмент. В частности, Google активно анонсирует собственную разработку Google Glass, которая имеет все шансы привлечь внимание массового рынка. Главное её отличие от традиционных мобильных устройств заключается в освобождении рук пользователя: изображение выводится на экран, располагающийся перед глазами пользователя. Формально и сейчас многие электронные устройства можно отнести к классу носимых компьютеров, однако будущее, как полагают эксперты, за гаджетами, которые будут крепиться непосредственно к телу человека и обладать не только развитыми коммуникационными возможностями, но и средствами фиксации реальности.

На мировом рынке приложений и сервисов дополненной реальности существуют три основные категории игроков: производители контента, мобильных телефонов и очков дополненной реальности.

Производители контента — это предприятия, создающие устройства или контент, куда входят web-студии, выполняющие проекты на основе дополненной реальности, рекламные агентства, в которых есть отдел, специализирующийся на этих технологиях, а также специализированные агентства, занятые исключительно дополненной реальностью (к примеру, AR-Door). В России таких компаний немного и вообще нет игроков, которые производят устройства и комплекты средств разработки для создания приложений (Software Development Kit или SDK).

Производители мобильных телефонов — это те компании, которые производят SDK. К ним относятся Total Immersion (Франция), Metaio (Германия), Qualcomm, открывшая отдел по разработкам в сфере дополненной реальности, и Layar, которая занимается геопозиционированием. В мае на конференции Google I/O была показана разработка компании PrimeSense — трёхмерный мобильный сенсор Capri 3D. Речь идёт о рабочем прототипе планшета, собранном на базе Nexus 10, который может в реальном времени и с высокой точностью сканировать окружающее пространство, создавая тем самым трёхмерную модель объектов. Нечто подобное уже сравнительно давно умеет делать приставка Kinect (это тоже разработка PrimeSense), однако тут речь идёт о значительном уменьшении размеров 3D-сенсора Capri и наличии готовых образцов программ, которые умеют демонстрировать его возможности не только для игр.

В качестве примеров использования сенсора SDK можно взять какую-нибудь программу дополненной реальности, позволяющую на основе построенной трёхмерной модели комнаты, где, к примеру, бралось интервью, строить её интерьер, помещая обычным перетаскиванием в него различные предметы, типа стульев или кресел. Сенсор умеет в реальном времени регистрировать движения людей и получать метрические характеристики объектов модели. И наконец, в свете последних достижений в 3D-печати любой предмет может быть отсканирован с помощью сенсора и сохранён в виде CAD-файла, который в дальнейшем может быть распечатан на 3D-принтере. Таким образом, легко представить себе ситуацию, когда в недалёком будущем владелец какого-нибудь Nexus 15, увидев понравившуюся ему на прилавке магазина вещь, сможет достать из заднего кармана джинсов телефон, быстро получить CAD-файл и тут же отправить его в сервис 3D-печати с тем, чтобы вскоре получить по почте или забрать самому какую-нибудь безделицу.

И наконец, к производителям очков относятся такие компании, как Vuzix, которая двенадцать лет занимается производством очков, Innovega, представившая линзы дополненной реальности в 2011 г., а также наиболее "раскрутившаяся" в последнее время Google, следующая за ней по пятам Microsoft, китайская Baidu и ещё целый ряд производителей, например, Olympus, Canon, Apple, Oakley, лишь недавно анонсировавших свои работы. По мнению некоторых экспертов, так называемые носимые устройства не только возьмут на себя часть функций смартфонов, а возможно, и полностью заменят их. По прогнозам ABI Research, к 2018 г. будет выпущено около 485 млн компьютеризированных устройств, относящихся к типу носимых.

Что касается монетизации, то хотя рынок дополненной реальности ещё находится в зачаточном состоянии, уже сейчас можно выделить несколько бизнес-моделей.

Первой областью применения технологии дополненной реальности стала реклама, на которую сейчас приходится 80 % всех реализаций этой технологии. Успешными на российском рынке стали три типа рекламных компаний: маркетинговые мероприятия, классическая реклама с дополненной реальностью и реклама внутри AR-приложений. Такая бизнес-модель подразумевает, что основную выгоду получает рекламодатель.

Вторая модель — разработка мобильных AR-приложений. В этой области могут применяться все бизнес-модели рынка мобильных приложений (такие, как реклама, продажа приложений, подписка на приложения и продажа рекламы внутри приложения).

Третья бизнес-модель — игровая, подразумевает, что дополненная реальность является основой компьютерной игры. Здесь схема монетизации

такая же, как у игр: разработчик создаёт игру для определённой платформы — PC/PS3/Xbox, а дальше её распространяет издатель в удобной для него форме. Но есть и ограничение: для некоторых игр требуются физические маркеры для более качественной работы, и это усложняет их цифровую дистрибуцию.

Рассматривая прогнозы развития рынка приложений и сервисов дополненной реальности в ближайшие годы, J'son & Partners Consulting выделяет несколько отраслей, где эта технология будет востребована:

— образование — создание проектов для детей, позволяющих наглядно демонстрировать различные опыты, что позволит вовлечь детей в образовательный процесс и сэкономить на физическом оборудовании;

— сложное высокоточное производство — в качестве примера можно привести использование дополненной реальности компанией Boeing;

— реклама — уже реализовано много рекламных проектов с использованием дополненной реальности, в будущем такие возможности будут применяться ещё шире, причём речь идёт не только о мобильной, но и о наружной рекламе.

Очковая интервенция

Впервые Google презентовала очки дополненной реальности Glass (они же "волшебные очки Google", они же "очки Терминатора", они же носимый компьютер нового типа) в апреле 2012 г. Однако в начале разработки они выглядели куда менее футуристично и привлекательно, чем сейчас. Прототипы изобретения корпорации были продемонстрированы недавно на конференции Google I/O в Сан-Франциско, где ровно год назад были впервые анонсированы очки дополненной реальности.

На одном из первых этапов такие очки представляли собой мотоциклетный шлем, на котором с помощью держателя был закреплён дисплей, удалённый от лица его обладателя. Позже это громоздкое приспособление превратилось в подобие очков с двумя мобильными телефонами на дужках. Вслед за этим в них была встроена 3D-технология. Последующие дополнительные видоизменения помогли очкам стать тем модным гаджетом, каким его можно увидеть сейчас. В ходе их модернизации изучались движения головы человека, что помогло определить наилучшие методы их фиксации. Ведь такой аппарат, прежде всего, должен быть удобным.

Дисплей с разрешением 640×360 пикселов, который, как утверждает Google, по ощущениям эквивалентен 25-дюймовому экрану, находящемуся на расстоянии 2,5 м от пользователя, находится чуть выше уровня правого глаза пользователя. Есть камера 5 Мп, умеющая снимать видео с разрешением 1280×720 пикселов, 16 ГБ встроенной памяти (пользователю доступно 12 ГБ), а также некий объём в "облаке" Google Drive. Звук передаётся через инновационный bone conduction transducer (т. е. непосредственно через кости черепа). Регулируемые дужки (в комплекте два размера) позволят использовать очки любому. Пока их возможности удалось оценить только победителям специального творческого конкурса и сотрудникам компании Google — им досталась первая партия из 2000 устройств, выпущенная 15 апреля. Канадское агентство Playground сняло и опубликовало на YouTube ролик о том, какие функции, на их взгляд, смогут выполнять очки-компьютер. В частности, на видео показаны как элементарные действия, например, счёт сожжённых калорий при подъёме по лестнице, сканирование штрих-кодов в магазине, вызов такси, так и такие сложные, как, например, помощь в обучении игре на гитаре. По мнению канадцев, гаджет способен спасти жизнь. Например, в ролике демонстрируется ситуация, когда постороннему человеку становится плохо, а обладатель очков, пользуясь инструкциями от Google Glass, спасает его до того, как приезжает скорая помощь.

Корпорация Google собиралась начать отправку первых предзаказанных независимыми программистами интернет-очков Google Glass Explorer Edition уже в мае, однако цена немалая — 1500 USD. В течение года их будут тестировать несколько тысяч человек, а в массовое пользование очки попадут не ранее 2014 г.

Не только Google

Не успела компания Google представить свои виртуальные очки, как китайцы продемонстрировали свой прототип — "глаз" Baidu Eye, разрабатываемый интернет-корпорацией Baidu Inc. — владелицей крупнейшего поисковика и множества популярнейших интернет-сервисов. Пока экспериментальный продукт Baidu Eye проходит только внутренние испытания. "Глаз" принимает и исполняет голосовые команды, распознаёт лица и предметы, выполняет функции поиска в сети, способен совершать телефонные звонки, отправлять СМС. Говорят, что "фишка" очков от Baidu — ЖК экран и опять же специальная гарнитура.

Вслед за Google и Baidu свой вариант очков дополненной реальности готовит Microsoft. Собственно, она подала заявку на патентование "умных очков" ещё в мае 2011 г., т. е. за полгода до того, как Google представила свой проект. Патент Microsoft был подан от имени руководителя проекта Xbox Incubation, где ведётся разработка сенсора Kinect. Предполагается, что очки будут подключаться к носимому на руке браслету, который станет передавать для них данные. В описании говорится, что "умные очки" будут оснащены миникамерой в районе переносицы и определять, на что именно смотрит пользователь, выводя на линзу соответствующие описания предметов.

Очковые сервисы

Наличие приложений является одним из основных факторов, определяющих успех любой появляющейся на рынке платформы. Уже разработаны первые приложения для Google Glass. Среди них программы для работы с почтовым сервисом Gmail, сервисом заметок Evernote, социальной сетью Path, а также новостное приложение газеты The New York Times.

Предварительные версии программ помогут оценить потенциал Glass. Так, приложение для Gmail проинформирует пользователя о входящих сообщениях и позволит отправить письмо, надиктовав его текст. Программа от The New York Times отобразит заголовки новостей и зачитает статьи вслух. Пользователи Evernote смогут прикрепить к заметкам снимки, сделанные с помощью встроенной камеры Glass.

Когда-нибудь Google Glass будут выполнять те задачи, для которых сейчас используется смартфон: отправка голосовых сообщений, фото- и видеосъёмка, интернет-сёрфинг, навигация, отправка файлов друзьям, а также фиксировать происходящее вокруг.

Управлять умными очками можно будет с помощью голоса или через прикосновение к небольшой панели, находящейся на правой дужке очков. Пока же устройство можно использовать просто как носимую видеокамеру. В будущем в Google Glass должны быть встроены и системы, позволяющие проводить управление жестами.

Разработчики из Ebay работают над потенциальными приложениями для Google Glass, чтобы открыть для них широкие "шопинговые возможности". На сегодня у Ebay уже есть продукты, которые позволяют применять камеры смартфона или планшета для проверки цен. Очевидно, что концепция сравнения цен будет заложена и в Google Glass. Остаётся лишь надеяться, что владельцы магазинов в будущем не будут запрещать входить в торговые залы в Google Glass.

В прошлом году корпорация Google получила патент на функцию распознавания предметов на фото и видео. Утверждается, что с её помощью поисковик сможет сканировать любое изображение и идентифицировать все объекты в кадре — как проиндексированные в Интернете, так и не проиндексированные ранее.

У людей есть врождённая способность, посмотрев на любой объект — от кошки до лампы или берега реки, — распознать и "каталогизировать" его. Это далеко не так легко в случае компьютеров, но ситуация может измениться в скором времени благодаря Google и патенту на технологию "автоматического распознавания объектов больших масштабов". Патент описывает технологии, с помощью которых можно будет сканировать видео, загружаемого на YouTube каждый день, а затем выбрать объекты и связи между ними, помогая выделить и классифицировать их. Для распознавания предлагается использовать "каталог", содержащий описание 50000 объектов. Например, вы снимете видеоролик в Лондоне, загрузите его в Интернет, не сообщая никаких дополнительных данных, а Google сама пометит ваше видео тэгами Big Ben и London.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05
РАДИО № 8, 2013

Стало известно, что Google ещё в 2008 г. подала заявку на патент, описывающий систему прослушивания и распознавания фонового шума в телефоне пользователя. Например, когда слышны звуки поездов и известно местонахождение пользователя, можно показать ему расписание рейсов и предложить купить билеты онлайн. Если на фоне слышны мужские голоса и женский смех, то можно предложить рекламу такси или чего-нибудь из сферы развлечений. Если пользователь находится на стадионе, то Google сможет определить, какие команды играют, запросив координаты стадиона. В принципе, по фоновому звуку можно даже определить, какой канал включён у пользователя на телевизоре, — тоже очень полезная информация для выдачи контекстной рекламы.

Хотя на первый взгляд подобные технологии выглядят сошедшими со страниц романа Джорджа Оруэлла "1984", наш Большой Брат обещает использовать их исключительно в интересах пользователей своих сервисов, но...

И правозащитники, и законодатели уже бьют тревогу. По их мнению, всё это ещё один пример того, как пользователи теряют контроль над персональными данными. Если информация о вашем местоположении будет мгновенно добавляться к фотографиям и видео, посторонние смогут не только мгновенно узнавать, где вы находитесь, но и связывать вашу личность с другой информацией, например, где вы бываете, что делаете, есть ли у вас домашние животные и т. д. При этом возможности ясно выразить своё согласие на сбор таких данных или запретить Google следить за вами вы вряд ли сможете.

Очковые опасности

Председатель совета директоров Google Inc Эрик Шмидт поделился впечатлениями от личного опыта использования Google Glass: "Говорить вслух для того, чтобы управлять очками, — "одна из самых странных вещей", которые приходилось испытывать". По его мнению, людям придётся разработать новый этикет поведения для того, чтобы иметь дело с подобными высокотехнологичными продуктами. К примеру, владельцы Google Glass могут незаметно для других делать видеозаписи и использовать их в каких-то сомнительных целях. "Очевидно, есть места, где использование Google Glass было бы неуместным, — считает Шмидт, — Мы решили быть более осторожными с такой новинкой". Напомним, кстати, что пользователям очков Google Glass первым делом запретили их перепродавать или одалживать.

Руководитель спецпроектов Google (лаборатории Google X, где разрабатываются технологии будущего) Сергей Брин тоже обрисовал в общих чертах своё видение будущего, в котором самоходные автомобили подбрасывают беззаботных друзей до утопающих в зелени парков, которыми будут покрыты города. "Именно у таких идей есть потенциал, чтобы преобразовывать жизни людей и сообществ. И именно они меня вдохновляют работать", — говорит Брин в ежегодном письме основателя.

Корпорация Google предупредила, что пользователи Google Glass могут испытывать напряжение в глазах и головную боль, в связи с последним ими запрещается пользоваться детям младше тринадцати лет. Они могут быть опасны при управлении автомобилем, во время физической деятельности и на общественных мероприятиях. Компания будет готова принять очки обратно и вернуть за них деньги, если покупатель по какой-то причине не сможет их использовать, однако лишь в ограниченный период. В Google Glass нельзя заниматься плаванием и погружаться в воду, так как они не защищены от попадания воды.

Отношение к таким очкам в США неоднозначное: власти ряда штатов уже заявили, что очки подобного рода — серьёзный отвлекающий фактор для водителей и мотоциклистов, и всерьёз задумались над тем, чтобы запретить их использование за рулём. Между тем, в Google не дают однозначного ответа на вопрос, можно ли пользоваться очками за рулём автомобиля или велосипеда. В компании рекомендуют ознакомиться с правилами вождения в конкретном государстве и напоминают, что в большинстве американских штатов использование мобильных устройств (к которым относятся и Google Glass) за рулём любого транспортного средства запрещено.

Корреспондент BBC Рори Селан-Джонс опубликовал свои впечатления от тестирования гаджета. По его словам, что больше всего впечатляет в очках, так это камера, поскольку вы снимаете непосредственно то, что видите, и то, что люди с обычными фотокамерами просто не успевают заснять. И это видео сильно выигрывает у видео со смартфонов по устойчивости кадра.

У тестировавших очки журналистов есть и другие мнения. В частности, они не позволяют регулировать громкость звука или яркость экрана, Wi-Fi и Bluetooth нельзя выключить, в интерфейсе невозможно изменить порядок размещения ярлыков приложений или выбрать их приоритет, длительность активного состояния экрана очков задана по умолчанию и возможность её настроить не предусмотрена. Кроме того, беззвучный режим или режим "не беспокоить" попросту не реализован.

Управлять очками Google можно голосом — вы говорите "OK Glass", затем даёте команду. Однако очки могут придумать себе задачу и приняться её выполнять даже без команды, заслышав нечто похожее на неё от других людей. И приходится срочно её отменять. Для того чтобы использовать очки там, где нет Wi-Fi, нужен смартфон, потому что Google Glass не имеет блока передачи данных через сети мобильных операторов. Когда вы покидаете дом, эту функцию должен выполнять смартфон. Это приведёт к увеличению затрат на услуги по передаче данных, при этом батарея смартфона будет разряжаться гораздо быстрее, чем обычно.

Отвечать на сообщения затруднительно, поскольку сами ответы редактировать не просто. Если вы говорите медленно, чётко и избегаете сокращений, есть шанс отправить правильное сообщение. Но стоит Google Glass услышать неграмотно произнесённые фразы, вам придётся всё отменить и начать сначала.

Тем временем у Google Glass обнаруживается всё больше недостатков не технологического свойства. Владельцы некоторых кафе в США выступили против того, чтобы в их заведения входили с устройством, которое незаметно для других может записывать видео. В Великобритании даже был составлен иск против Google за нарушение права на личную жизнь. Помимо вторжения в личную жизнь, от владельцев очков дополнительной реальности ожидают и других злоупотреблений. Так, руководство некоторых кинотеатров беспокоится, что с помощью устройства может вестись нелегальная запись фильмов.

В развлекательном комплексе Caesars Palace в Лас-Вегасе заранее запретили использовать Google Glass, при этом подчеркивая, что пока в казино и не пытались зайти с этими очками. Вдруг с помощью подобных устройств можно вести нечестную игру? В общем, если заметят с очками — арестуют немедленно. Вход с Google Glass был запрещён в стриптиз-клубы, где не разрешается видеосъёмка. Над ограничением их использования подумывают американские банки и дирекции парков.

Как ни странно, в отличие от юридических лиц, простые люди реагируют на очки более спокойно. Так, блоггер Роберт Скобл, который тестировал гаджет в течение двух недель, специально появляясь в них в общественных местах, уверял, что за всё это время лишь один человек попросил его снять их. Все остальные, по его словам, не обращали на них внимание даже в общественных туалетах. Интересно, Роберт, а вы предупреждали окружающих о своём гаджете — мало ли кто не снимает очки в туалете?

Среди основных "угроз" от использования очков опрошенные видят социальное доминирование их владельцев. Во время беседы "носители" могут использовать поиск по теме, по собеседнику, вести запись разговора и использовать другие "грязные" трюки для получения преимуществ. Это делает людей неравными по умолчанию, что у многих вызывает раздражение. Но лишь один из десяти сам стремится при этом доминировать — пользоваться очками для своей корысти.

Что делать с ними?

Опрос 1000 американцев владельцев смартфонов, проведенный компанией BiTE interactive, показал, что только один из десяти человек намерен приобрести очки Google. Попросту говоря, на покупку готово не больше 10 % коммуникативно развитых пользователей. Примерно 45 % нашли Google Glass неэстетичными и даже раздражающими.

И если очки подешевеют, 38 % опрошенных всё равно их не наденут.

Интересно, что больше половины желающих приобрести очки не очень понимают, что с ними делать. Так, 44 % рассчитывают заняться фотографией, 37 % — видеосъёмкой, 39 % — звонить. Глава Google Ларри Пейдж сам в шутку признался, что ему в очках достаточно уже того, что он может постоянно фотографировать своих малолетних детей.

Хирурги, кстати, уже успешно использовали Google Glass в телемедицине, когда коллеги из разных клиник могли наблюдать сложную операцию непосредственно глазами проводившего ее специалиста. Их реакция — восторг.

А вот в Японии Google Glass нашёлся достойный противник — "антиочки", созданные в Национальном институте информатики. На их дужке установлены одиннадцать излучающих диодов ИК диапазона, к которому человеческий глаз невосприимчив, но который способны различать web-камеры. Это мешает видеоустройствам распознать лицо человека, желающего сохранить инкогнито.

И что делать с вами?

17 мая комиссия по конфиденциальности при Конгрессе США направила в Google письмо, которое поднимает те же вопросы, что ранее были заданы различными независимыми экспертами по безопасности. А именно: как будет обеспечиваться безопасность частной жизни в случае использования Google Glass? Как, к примеру, будет чувствовать себя чиновник или полицейский, увидев на вас такие очки? Не "распояшутся" ли окончательно журналисты? У Google есть время до 14 июня, чтобы ответить на это письмо.

А вот в России пенсионер из Новочебоксарска хотел, как и Ларри Пейдж, снимать своих внуков, но попал под следствие. Следователи обвиняют его в том, что в ноябре 2012 г. он хотел купить запрещённые на территории РФ китайские очки с упомянутыми функциями. "Указанный товар является специальным техническим средством для негласного получения информации, оборот которых в России ограничен, — пояснил следователь, — и за его использование можно получить до четырёх лет тюрьмы".

Напомним, что в 2010 г. в России вступили в силу поправки к ст. 138 УК, в которой говорится о запрете продавать и производить без специального разрешения так называемую "спецтехнику для скрытого наблюдения". Новым в статье стало слово "приобретение". То есть теперь статья предписывает наказывать людей не только за нелегальное производство или продажу шпионских устройств, но и за их покупку. При этом законодательством до сих пор не определены признаки понятий "закамуфлированность" и "бытовой предмет". Всё это, в частности, привело к тому, что под "раздачу" попали не только шпионы и террористы, но и простые граждане, которые понятия не имели о запретах.

Такой вот ошеломляющий результат, о котором следует предупредить отечественных фанатов разных гаджетов. Так что не факт, что Сергей Брин, которого недавно видели в нью-йоркском метро во время тестирования устройства, смог бы проделать то же самое в Москве. Но ведь через несколько лет подобных очков будет много, а отличить их от обычных будет всё сложнее. Придётся хватать подряд всех "очкариков" и отправлять на экспертизу. Причём "обычным очкарикам" Лас-Вегаса и Новочебоксарска пора бы уже сейчас конкретно задуматься о своём будущем. Ну а что делать с теми, кому микрочипы дополненной реальности когда-нибудь будут имплантированы в тело или хрусталик глаза, вообще не очень понятно.

Остаётся добавить, что схожие правовые коллизии станут возникать всё чаще и чаще по мере возникновения новых технологий, помогающих людям создать единое глобальное информационное пространство, эффективно использовать которое можно, лишь обладая определённой культурой и этикой, с чем у человечества пока ещё очень большие проблемы. Помогут ли AR-устройства повлиять на нашу этику и заменить нашу совесть или тихо перейдут на нелегальное положение? — Вот в чём вопрос...

*По материалам **PCWeek, Google, The Guardian, CyberSecurity, J'son & Partners Consulting, Fixatoria, eWeek.***

Устранение помех от компьютерных ТВ тюнеров в сетях кабельного телевидения

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент

Автор публикуемой статьи делится опытом борьбы с помехами, создаваемыми телевизионными тюнерами персональных компьютеров.

В связи с интенсивным развитием цифровой техники и её внедрением в сферах, где до сих пор господствовала техника аналоговая, перед рядовыми пользователями порой остро встаёт вопрос совместимости различных технологий на бытовом уровне.

Яркий пример — использование ТВ тюнеров (далее — тюнеры) для приёма аналогового телевидения, существующих в виде карт расширения для персональных компьютеров (ПК). Наряду с высококачественными и сравнительно дорогими моделями, представляющими собой даже не тюнеры как таковые, а полноценные карты видеозахвата, существует большое число простых моделей откровенно невысокого качества, подкупающих своей дешевизной. Ко второму типу устройств относятся, например, дешёвые клоны на процессоре SAA713*. Неискушённый пользователь даже не предполагает, что, покупая такую карту, он приобретает "пакет" проблем не только для себя, но и для своих ничего не подозревающих соседей. Проблемы выявляются в сетях коллективного пользования, например, кабельного телевидения, сразу же после установки тюнера.

Дело в том, что тюнер содержит как аналоговую (собственно телевизионный приёмник), так и цифровую часть, и "стыковка" их в одном изделии с сохранением качества сигнала — дело весьма трудное, осложняемое ещё и тем известным фактом, что по линиям самого ПК может протекать ВЧ ток в несколько, а то и в десятки ампер. При невысоком качестве фильтрации можно наблюдать результат в виде сильных помех на изображении. Естественно, тюнер создаёт помехи не только сам себе, но и щедро раздаёт их вовне. Если приобретённый тюнер предназначен для приёма сигнала из эфира, дело, конечно, весьма неприятное, но останется вашим личным. Но если такой тюнер подключён к кабельной сети, будьте уверены, "качественным" изображением в полной мере "насладятся" также ваши соседи, да и вы сами, если имеете в своей квартире ещё и обычный телевизор, подключённый к той же сети. С другой стороны, если на экране телевизора наблюдаются характерные сильные помехи в виде десятка вертикальных светлых линий, то с большой вероятностью можно утверждать, что где-то поблизости включён "компьютерный" тюнер.

Проблема возникла одновременно с появлением тюнеров, но однозначного решения, кроме "банальной" замены используемой модели, не нашла по сей день. Между тем вопрос цены является действительно важным, а часто решающим — ведь не всякий станет покупать себе телевизор, когда есть возможность приобрести тюнер за 10...30 долл., пусть даже при не самом лучшем качестве изображения. Кстати, помехи на экране монитора субъективно менее заметны, чем на экране телевизора. Вид и уровень помех обычно не зависят от используемого программного обеспечения, версии драйвера или операционной системы, а являются чисто аппаратной особенностью устройства.

В предлагаемой статье обобщены данные, полученные из общедоступных, но немногочисленных источников в Интернете [1, 2], которые дают адекватные результаты, и дополнены собствен-

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2013

ным опытом. В конференции [1] определено (да и логично предположить), что помехи по источнику их происхождения можно чётко разделить на две группы: помехи по цепям питания и по цепям передачи информации (шина PCI). Причём замечено, что на первых этапах развития компьютерной техники преобладали помехи от блоков питания (БП), сегодня, скорее всего, придётся столкнуться с помехами от цепей передачи данных. Визуально отличить их довольно сложно, поэтому необходимо следовать методам активной диагностики по принципу: сделал — посмотрел, что получилось.

Методов устранения помех также существует несколько, но реально можно говорить о трёх.

Первый способ — вынести селектор каналов на 1,5...2 м за корпус ПК. Способ не даёт предсказуемых результатов и явно нерентабелен, поскольку связан с демонтажом селектора и наличием "пучка" экранированных проводов от платы тюнера к селектору по числу выводов последнего. Этот метод наверняка спасает только от помех, наводимых непосредственно на блок селектора внутри корпуса ПК. Во всяком случае, начинать с этого не следует.

Второй способ — подвести питание к селектору от отдельного стабилизированного источника питания. Этот способ прост и эффективен, если помехи порождаются цепями импульсного БП. Перед тем как приступать к реализации этого способа, желательно оценить ожидаемый эффект. Для этого определяют на плате тюнера местонахождение оксидного конденсатора фильтра питания селектора. Обычно это конденсатор ёмкостью 100—220 мкФ, находящийся возле короткого торца корпуса селектора, от плюсового вывода которого печатный проводник идёт к трём крайним справа объединённым контактным площадкам верхнего ряда разъёма PCI (линия питания +5 В). Это, как правило, единственный достаточно широкий проводник, от которого также идут ответвления для питания микросхем и подключены ещё несколько оксидных конденсаторов примерно такой же ёмкости. Параллельно найденному на плате конденсатору фильтра подпаивают дополнительный конденсатор ёмкостью 1000—2200 мкФ на номинальное напряжение 16 В с соблюдением полярности и обязательно керамический конденсатор ёмкостью 0,1—0,47 мкФ.

Если указанная процедура не произвела никакого визуально заметного эффекта, полная реализация способа, скорее всего, также не приведёт к желаемому результату. Однако навесные конденсаторы рекомендуется всё же оставить на плате. Если проявился некоторый положительный эффект, тогда разрывают снаружи вывод питания селектора, подключённый к плюсовому выводу найденного конденсатора фильтра, и подсоединяют его к выходу +5 В ±5 % дополнительного внешнего БП, который рекомендую собрать по обычной трансформаторной схеме с интегральным стабилизатором 7805 в типовом включении. Теплоотвод для стабилизатора не требуется. Выход –5 В (общий) БП подключают к общему проводу платы тюнера возможно ближе к корпусу селектора, желательно к одной из его "ножек". Между выводом питания селектора и общим проводом обязательно устанавливают керамический конденсатор ёмкостью 0,1—0,47 мкФ.

Однако описанные способы в ряде случаев не приводят к полному устранению дефекта, а иногда и вообще не дают никакого результата, кроме некоторого изменения картины помехи.

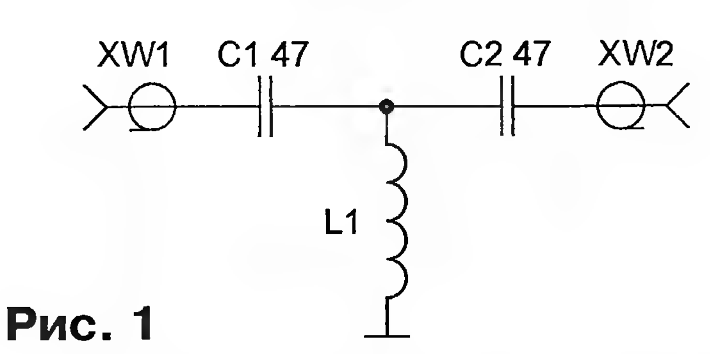


Рис. 1

Тогда следует применить третий способ, известный в народе как "метод тыка". Именно этот способ даёт наиболее хороший результат. Суть его заключается в определении опытным путём точки на корпусе селектора или плате тюнера, гальваническое соединение которой с точкой на корпусе ПК приводит к наилучшему эффекту. Положение точки на корпусе ПК также определяют опытным путём.

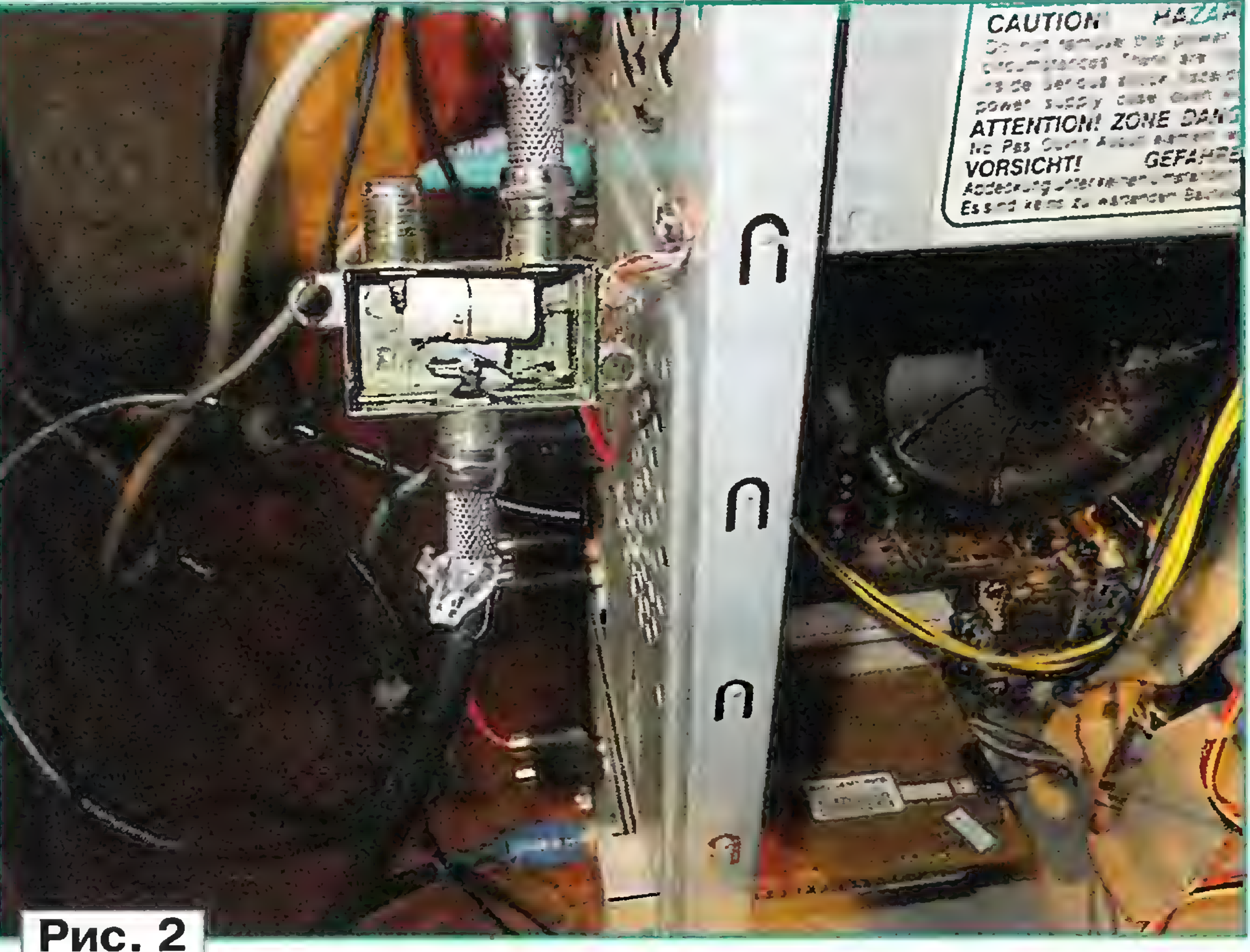


Рис. 2

Физический смысл этого вполне понятен. Корпус антенного разъёма (ВЧ вход селектора) не имеет непосредственной гальванической связи с корпусом ПК. В металлической планке крепления карты вокруг антенного разъёма и разъёма V/FM обычно сделаны отверстия диаметром на 1...2 мм больше. Таким образом, чувствительный вход тюнера и элементы селектора соединены с общим проводом (корпусом ПК) через довольно длинные печатные проводники небольшого сечения, проходящие по плате тюнера и далее — по всей материнской плате, а также через разъёмы и провода БП, вообще не предназначенные для передачи ВЧ напряжения. Ток, протекающий по проводам питания и обмена данными, и является причиной возникновения мощных помех. Создание непосредственной гальванической связи между корпусом селектора (разъёма) и корпусом ПК позволяет практически полностью избавиться от них.

Со стороны тюнера определены оптимальные точки подключения: это корпус разъёма антенны, корпус разъёма V/FM или точка на корпусе селектора (выбирается экспериментально). К одной из них следует подпаять медный провод сечением 4 мм^2 (обязательно многожильный) или оплётку отрезка коаксиального кабеля. Провод облуживают с одного конца на 2...3 мм. Точку подключения к корпусу ПК, как правило, выбирают по кратчайшему расстоянию от выбранной точки на плате. Не следует провод подключать к планке крепления, поскольку точка может быть не оптимальной, да и планка часто не имеет надёжного винтового соединения с корпусом. Более точно место определяют, плотно прижав провод к корпусу и перемещая его по поверхности. Поверхность металла рекомендую предварительно зачистить мелкой наждачной бумагой. В месте, соответствующем максимальному подавлению помех, сверлят отверстие и закрепляют провод с помощью надёжного резьбового соединения.

Некоторые пользователи просто "загоняют" подходящий винт между корпусом разъёма и планкой крепления карты. Но это не всегда позволяет достичь желаемого эффекта по названной выше причине.

Следует также предупредить сторонников экспериментов, что прямое соединение любой из точек тюнера с общим проводом внутри БП даже с помощью коаксиального кабеля не влияет на проявление этого вида помехи.

Но в некоторых совсем "тяжёлых" случаях выше описанный метод не позволяет полностью избавиться от помех. А вот способ, предлагаемый далее, подавляет помехи даже в таких случаях. Он является более "красивой" радиотехнической разновидностью третьего способа и заключается в следующем.

Антенный кабель разрезают на расстоянии 20...30 см от входа тюнера и снабжают стандартными разъёмами с резьбовым соединением для подключения к пассивному разветвителю сигнала. В корпусе разветвителя на два направления собирают ФВЧ по схеме, приведённой на **рис. 1**. Катушка индуктивности содержит 3,5 витка провода ПЭВ-2 0,15, намотанных виток к витку на бумажном каркасе диаметром 8 мм. Конденсаторы — керамические (например, КТ-1, КТК или К10), ёмкостью 33—56 пФ.

Фильтр включают в разрыв фидера. На корпусе имеется внешний контакт с резьбовым соединением М3. С его помощью фильтр соединяют с одним из

крепёжных винтов БП ПК отрезком медного многожильного провода сечением 4 мм^2 длиной 3...4 см (провод зажимают под головкой крепёжного винта, лучше с использованием дополнительной ребристой шайбы). Получившееся соединение обеспечивает надёжный гальванический контакт оплётки антенного кабеля с корпусом ПК и одновременно механическое крепление фильтра (**рис. 2**). На фотографии также видна плата тюнера с дополнительными конденсаторами фильтра питания.

ФВЧ обеспечивает дополнительное ослабление помех, проникающих от тюнера в кабельную сеть.

Для предотвращения контакта антенного разъёма с корпусом в непредусмотренном месте планку крепления временно отделяют от платы тюнера, оборачивают внешнюю сторону разъёма одним-двумя слоями липкой ленты и возвращают планку на место.

Если в квартире имеются другие телевизионные приёмники, а кабельный ввод один, то подключение лучше производить через пассивные или активные разветвители на необходимое число направлений. Пассивный разветвитель должен состоять не из одних проводов, как это часто бывает, а соответствовать классической схеме, приведённой на **рис. 3**. Сопротивление каждого резистора рассчитывают по формуле $R = R0\cdot(N-1)/(N+1)$, где R0 = 75 Ом — волновое сопротивление; N — число направлений. Например, для разветвителя на два направления стандартное значение сопротивления R = 24 Ом.

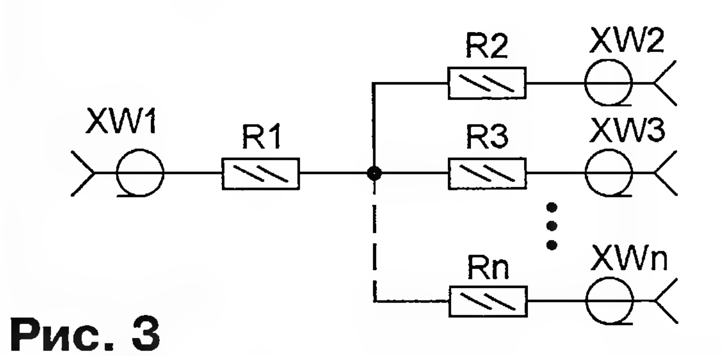


Рис. 3

Коэффициент вносимого затухания для двухканального разветвителя −6 дБ и более −9 дБ для трёхканального, поэтому резистивные разветвители на большее число направлений использовать нецелесообразно. Разветвитель желательно размещать на одинаковом удалении от ТВ приёмников или ближе к обычному телевизору.

Если позволяет уровень сигнала, вместо разветвителя целесообразно использовать простейший аттенюатор −20 дБ по схеме **рис. 4**. Это также позволит заметно снизить уровень помех от тюнера ПК. Резисторы желательно применить С2-10, но допустимы и обычные МЛТ-0,125.

Надо отметить, что степень проявления любых помех значительно снижается при сильном полезном сигнале, поэтому особое внимание следует уделить общей исправности кабельного хозяйства и выполнению правил

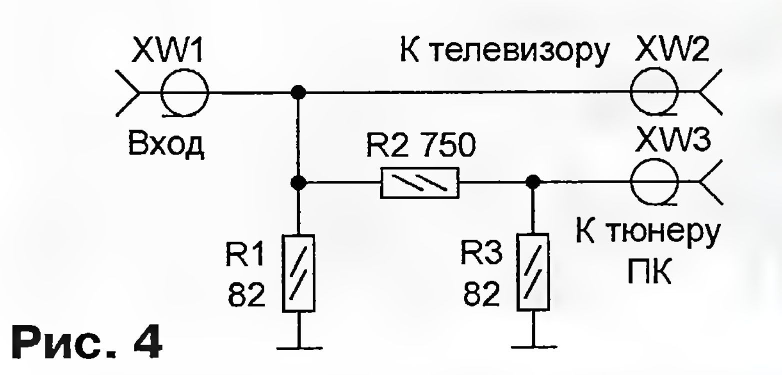


Рис. 4

монтажа сигнальных цепей ВЧ. Можно применить и дополнительный усилитель телевизионного сигнала, например [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Конференция iXBT.com. TV- и FM-тюнеры, видеовход, видеовыход. FAQ-вертикальные полосы в тюнерах при просмотре передач. — <**http://forum.ixbt.com/topic.cgi?id=73:28**>.

2. PCI TV Capture Card Light Wave. — <**http://pctuner.ru/forums-m-posts-q-5359-d-30.html**>.

3. **Нечаев И.** Усилитель телевизионного сигнала. — Радио, 2013, № 2, с. 11, 12.

АС с щелевым фазоинвертором

А. ЖУРЕНКОВ, г. Запорожье, Украина

В описываемой конструкции трёхполосной АС автор отдал предпочтение щелевому фазоинвертору, менее склонному к органным резонансам, нежели АС с круглыми трубами. Для громкоговорителей этой АС достаточно небольшой мощности усилителя — 2×10...20 Вт.

Акустические системы (громкоговорители) с фазоинвертором (ФИ) в настоящее время стали самыми распространёнными в классе Hi-Fi [1]. Это объясняется повышенным КПД в области низких звуковых частот и меньшими нелинейными искажениями в области основного резонанса НЧ головки в сравнении с другими видами акустического оформления [2].

АС с ФИ представляет собой закрытый корпус с динамической НЧ головкой и дополнительным отверстием, в котором закреплён отрезок трубы круглой или прямоугольной формы определённых размеров для инвертирования и излучения звуковой волны от тыльной части диффузора динамической головки. АС с ФИ часто называют просто фазоинвертором, так как в инвертировании фазы звуковой волны участвуют внутренний объём корпуса и трубы. Форма сечения трубы на работу ФИ существенно не влияет.

Резонансная частота ФИ зависит от внутреннего объёма корпуса, площади сечения и длины трубы (массы воздуха, колеблющегося в трубе), в традиционном варианте она должна быть близка к резонансной частоте динамической головки в открытом пространстве. Отверстие ФИ является дополнительным излучателем инвертированных звуковых волн от тыльной части диффузора динамической головки в области резонанса ФИ, и колебания воздуха в трубе почти синфазны с колебаниями прямого излучения диффузора и значительно больше по амплитуде, чем колебания диффузора головки из-за большого акустического сопротивления ФИ на резонансной частоте.

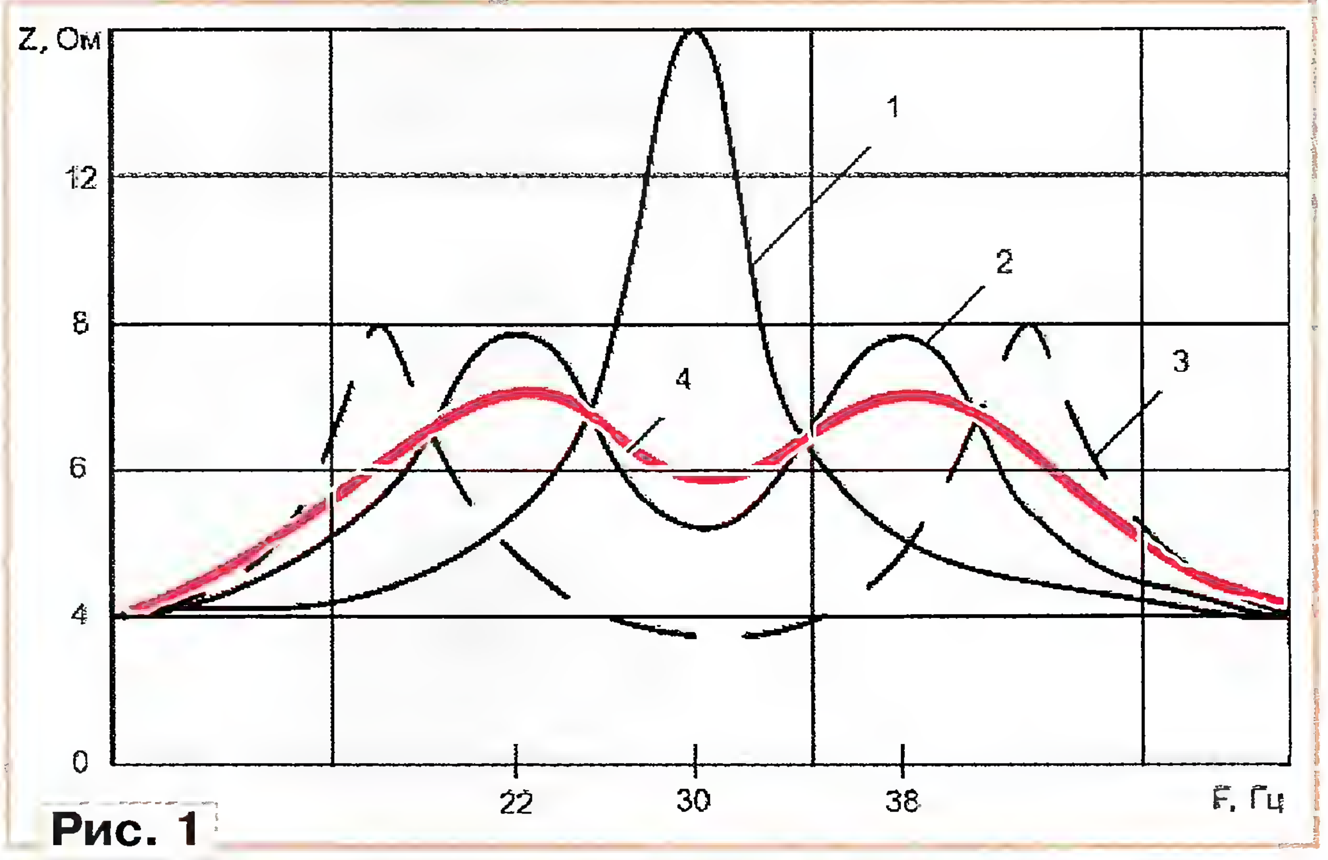


Рис. 1

В других типах АС в области основного резонанса динамической головки амплитуда колебаний звуковой катушки и диффузора существенно возрастает, и начинают сказываться асимметрия магнитного поля относительно катушки [1] и нелинейность подвеса подвижной системы, искажающие форму звукового сигнала [2]. В фазоинверторе на этих частотах звуковое давление создаётся в основном выходным отверстием трубы. Выше частоты основного резонанса увеличивается излучение динамической головки, а излучение отверстия ФИ уменьшается, но так как они почти синфазны, то их звуковое давление складывается. На более высоких частотах вследствие роста реактивного сопротивления трубы ФИ эта АС действует как закрытый корпус [2].

Частотная характеристика модуля полного сопротивления обычной динамической головки в открытом пространстве имеет один максимум на частоте основного резонанса. Фазоинвертор как АС имеет два максимума, расположенных по обе стороны от частоты основного резонанса головки (кривые 1 и 2 на **рис. 1**), и чем меньше объём корпуса, тем больше расстояние между максимумами и провал между ними [2].

С целью получения более гладкой АЧХ на НЧ в некоторых высококачественных АС устанавливают три трубы,

РАДИО
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

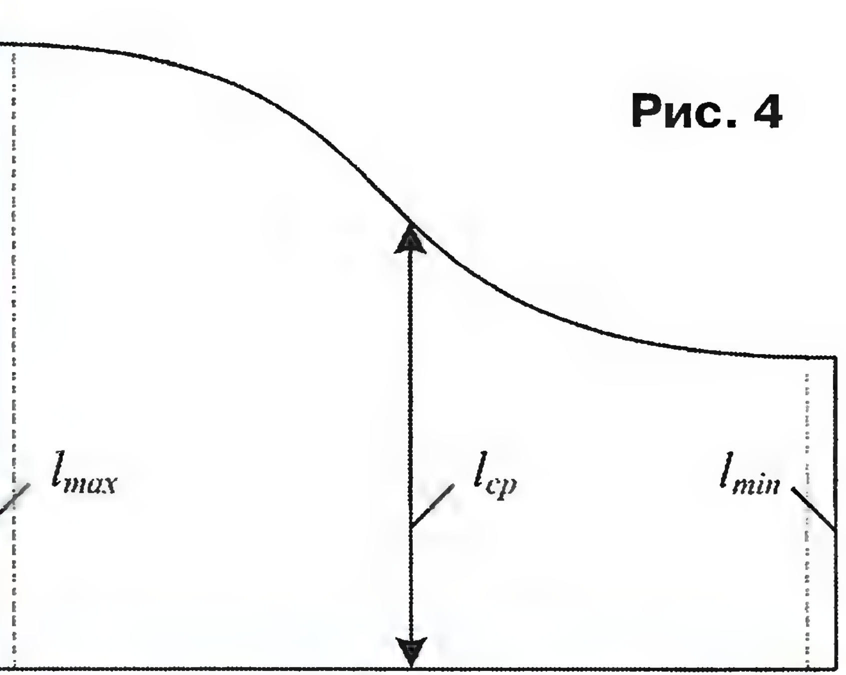


Рис. 4

Рис. 3

настроенные на частоту основного резонанса и частоты боковых максимумов. Если в АС применена НЧ головка с очень низкой частотой основного резонанса и нижний максимум находится в области инфранизких частот, то будет достаточно две трубы, настроенные на частоту основного резонанса и верхнего максимума. Эти решения дают положительные результаты в части сглаживания АЧХ, но усложняют конструкцию, а дополнительные отверстия на лицевой панели ухудшают внешний вид АС.

АС с щелевым ФИ, которые стали широко применяться радиолюбителями, а также в промышленных АС и сабвуферах, менее склонны к органным резонансам, нежели АС с круглыми трубами [3]. Учитывая отсутствие локализации излучения низших звуковых частот, ФИ всех типов можно размещать на любых стенках корпусов АС или сабвуферов. Примером может служить АС с щелевым ФИ на задней стенке, показанной на **рис. 2**. Если ФИ размещён не на лицевой панели, то между его выходным отверстием и стенами помещения или мебели должны быть зазоры не менее 100 мм. В любительских и промышленных АС, в сабвуферах нередко используют стенку корпуса для образования щелевого ФИ. Это решение не только более технологично, но и уменьшает его длину на 15 % по сравнению с расчётным значением, что немаловажно для малогабаритных АС [3].

Учитывая вышеизложенное, автором была разработана конструкция и затем изготовлена в двух экземплярах АС с щелевым ФИ. В авторском варианте применён щелевой канал, выход которого почти не заметен на лицевой панели (**рис. 3**). Кроме того, для сглаживания АЧХ в области основного резонанса НЧ головки канал ФИ имеет переменную длину (**рис. 4**). Принцип работы такого ФИ описан ниже.

На рис. 1 показаны частотные характеристики модуля полного сопротивления динамической головки: кривая 1 — в открытом пространстве; 2 — в корпусе фазоинвертора объёмом 54 л с трубой; 3 — в корпусе фазоинвертора меньшего объёма; 4 — в корпусе фазоинвертора объёмом 54 л с щелевым каналом переменной длины.

Конструкция громкоговорителя АС с основными узлами приведена на **рис. 5**.

В АС применена низкочастотная динамическая головка 8ГД-1 с диаметром диффузора 200 мм (частота основного резонанса 30 Гц, полная добротность Q_{ts} = 0,33), использовавшаяся в АС "Виктория-001".

Оптимальный внутренний объём корпуса фазоинвертора для такой головки равен 54 л [2]. Внешние размеры корпуса авторского варианта АС — 260×600×360 мм. Боковые стенки изготовлены из ламинированной ДСП толщиной 20 мм, а лицевая панель — из фанеры толщиной 12 мм, которая вблизи НЧ головки упрочнена накладкой из такой же фанеры, облицованной шпоном. Задняя стенка корпуса изготовлена из фанеры толщиной 12 мм. Боковые стенки скреплены между собой шурупа-

A
600
A
360

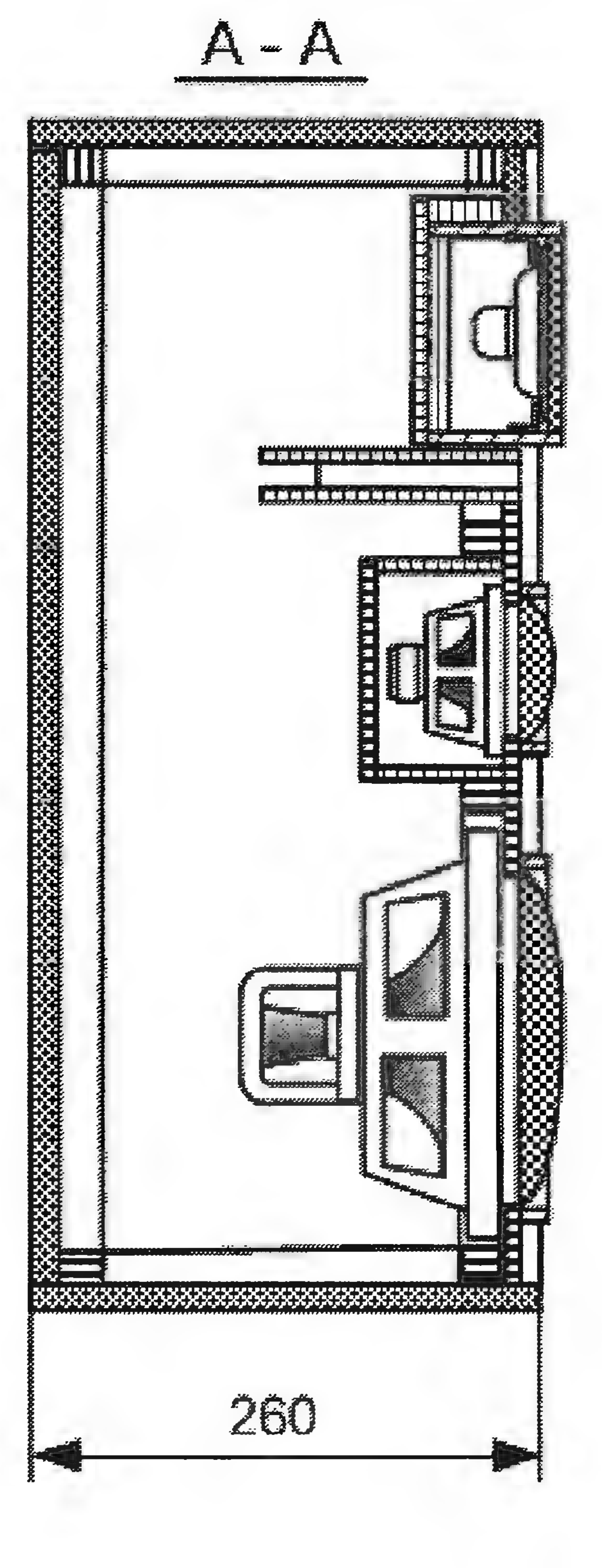


Рис. 5

Рис. 6

ми, вкрученными в боковые торцы верхней и нижней стенок с интервалом 20 мм. Головки шурупов выступают на 10 мм и входят в соответствующие отверстия, просверленные в вертикальных стенках на глубину 12 мм и заполненные эпоксидной смолой [5].

Соединение боковых стенок нужно выполнять на ровной поверхности, положив их на неё задними торцами и вставив внутрь заднюю стенку, торцы которой по периметру обмотаны несколькими слоями киперной или изоляционной ленты (ПВХ), обеспечивающей правильную форму, технологический зазор и препятствующей приклеиванию её к стенкам. Верх и низ стенок следует плотно скрепить жгутами с применением закруток на время полимеризации смолы. Выступившую наружу смолу сразу убрать тампоном, смоченным ацетоном или растворителем для нитрокрасок.

После полимеризации смолы переднюю и заднюю части стенок корпуса на расстоянии 12 мм от торцов обшить внутри рейками сечением 20×20 мм с помощью коротких гвоздей и клея ПВА или эпоксидной смолы, которые будут нужны для крепления лицевой панели и задней стенки. После выполнения всех необходимых операций лицевую панель вклеивают наглухо, а заднюю закрепляют шурупами.

На лицевой панели должны быть закреплены блок ВЧ головок, СЧ головка с экранирующим коробом, НЧ головка и короб ФИ. Перед вклеиванием лицевой панели для удобства работы НЧ головку необходимо снять. Такая технология сборки применена автором в порядке эксперимента, но вполне возможен и вариант крепления стенок с помощью реек.

Для расширения диаграммы направленности в полосе ВЧ головки 2ГД-36 блока размещены по дуге с радиусом 200 мм (**рис. 6**). Для этого их устанавливают на четырёх крайних и четырёх средних кронштейнах из листовой стали толщиной 2 мм (**рис. 7**,а, б), которые закреплены на алюминиевом обрамлении винтами М3 с потайными головками. Обрамление ВЧ блока состоит из четырёх стенок из мягкого алюминия толщиной 5 мм, которые плотно подогнаны друг к другу и прикреплены шурупами к внутренней деревянной панели прямоугольной формы (**рис. 8**). Между головками вклеены перегородки из электрокартона толщиной 1,5 мм, окрашенные в чёрный цвет. ВЧ блок прикрепляют шурупами к лицевой панели изнури к закреплённым на ней трём рейкам вверху, а также по сторонам отверстия.

Принцип работы щелевого ФИ с переменной длиной заключается в снижении амплитуды колебаний подвижной системы НЧ головки не только на частоте основного резонанса, но и на частотах боковых максимумов. Средняя длина щелевого канала эквивалентна длине трубы, настроенной на частоту основного резонанса динамической головки. Уменьшение модуля полного сопротивления динамической головки в более широкой полосе дополнительно уменьшит амплитуду колебания звуковой катушки и диффузора в этой полосе, снижая нелинейные искажения динамической головки и, тем самым, повышая качество звучания АС.

Для практического определения минимальной и максимальной длин короба необходимо с помощью звукового генератора определить частоту основного резонанса реальной низкочастотной динамической головки в открытом пространстве визуально по максимальной амплитуде колебаний диффузора или более точно — с помощью амперметра по минимуму тока в цепи звуковой катушки. Для определения практических размеров щелевого ФИ можно установить эту головку в корпус АС, а отверстие для СЧ или ВЧ головки (обычно оно бывает диаметром не менее 70 мм) предлагается использовать для установки настраиваемой трубы. Её можно изготовить из двух картонных или пластиковых вставленных одна в другую (подобранных по диаметру) трубок длиной по 70...100 мм. Трубку большего диаметра нужно закрепить через уплотнительное кольцо в отверстии для СЧ или ВЧ головки с наружной стороны корпуса. Подавая от звукового генератора сигнал с частотой основного резонанса через усилитель на НЧ головку и изменяя длину телескопической трубы, нужно добиться максимума акустических колебаний на её выходе. Это можно определить по максимальному отклонению пламени свечи возле выходного отверстия трубы или более точно — с помощью микрофона, подключённого к усилителю, и вольтметра переменного тока. В результате полученная длина трубы будет равна длине средней части короба. Аналогично определению частоты основного резонанса динамической головки в открытом пространстве необходимо определить частоты верхнего и нижнего максимумов АЧХ при настроенной трубе с помощью амперметра и по кривым рис. 60 из [2] вычислить длину левого и правого краёв короба. По этим данным можно изготовить короб с поперечным внутренним сечением в два раза больше сечения настроечной трубы, так как длина щелевого ФИ — величина переменная. Эти рекомендации даны для применения других типов НЧ головок, если их частота основного резонанса неизвестна или они доработаны по методикам, понижающим эту частоту.

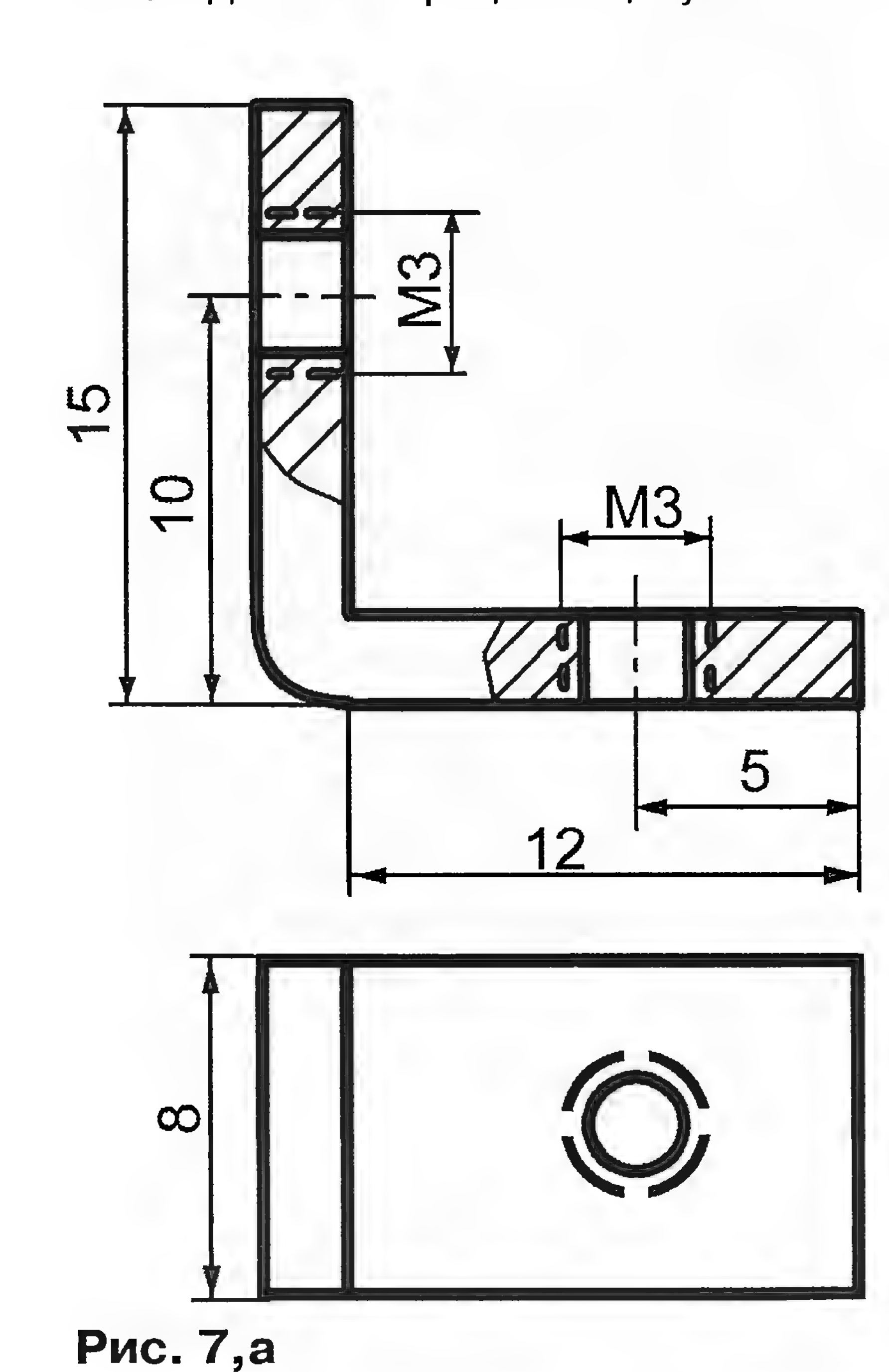
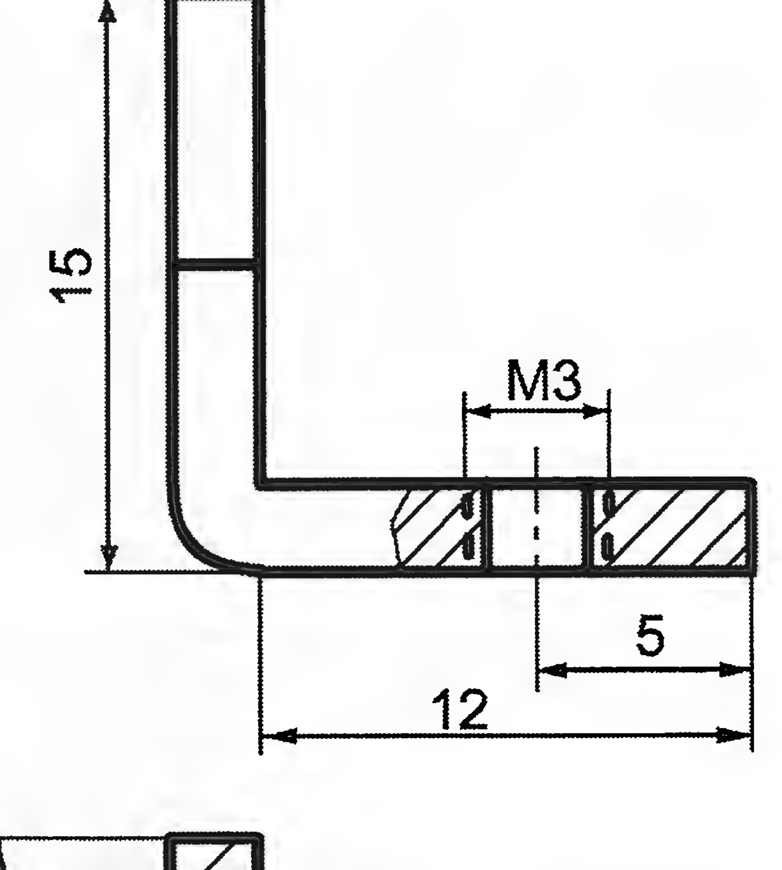


Рис. 7,а



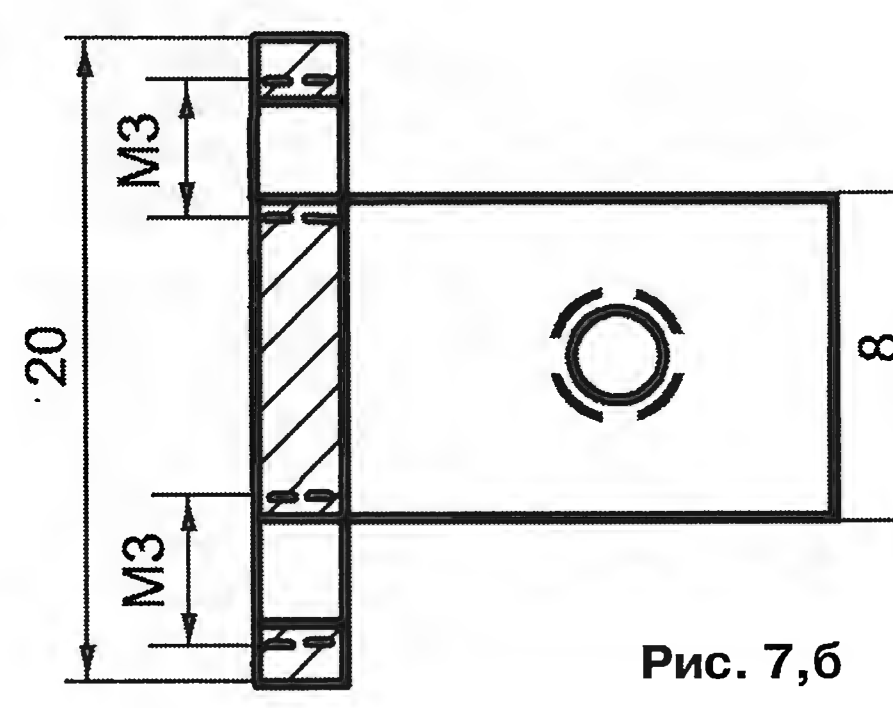
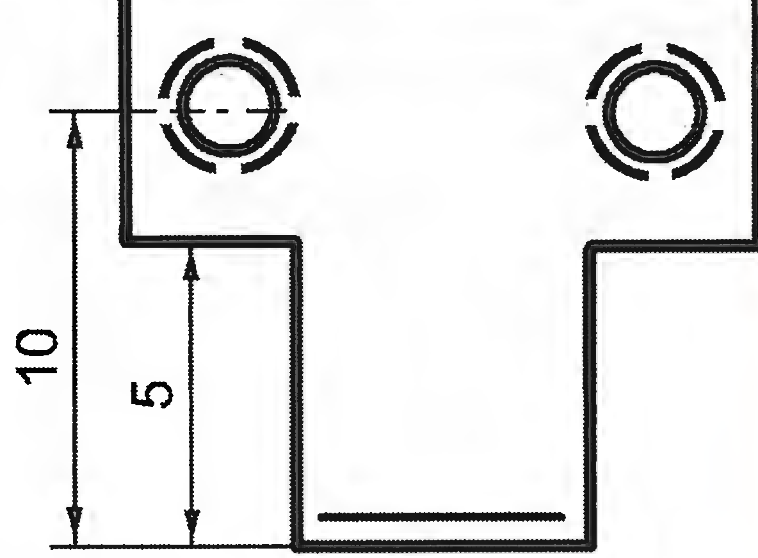


Рис. 7,б



тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Стенки щелевого ФИ можно изготовить из фанеры толщиной 5...6 мм согласно рис. 4 и реек. В лицевой панели под блоком ВЧ головок вырезают отверстие для ФИ, где и закрепляют его клеем.

В авторском варианте внутреннее сечение короба 20×200 мм, что равно удвоенному сечению трубы диаметром 50 мм. Размеры l_{min} = 55 мм, $l_{ср}$ = 70 мм, l_{max} = 120 мм (см. рис. 4) определены по рекомендациям М. М. Эфрусси и кривым для определения длины ФИ (рис. 60,а из [2]), а также путём экспериментов. Добиться ровной АЧХ в области основного резонанса довольно трудно (влияние резонансов помещения также следует иметь в виду), но даже частичное снижение боковых максимумов в импедансе АС повышает качество воспроизведения низших звуковых частот в сравнении с обычным ФИ; очевидно, что сглаживание импеданса нагрузки полезно для усилителя мощности.

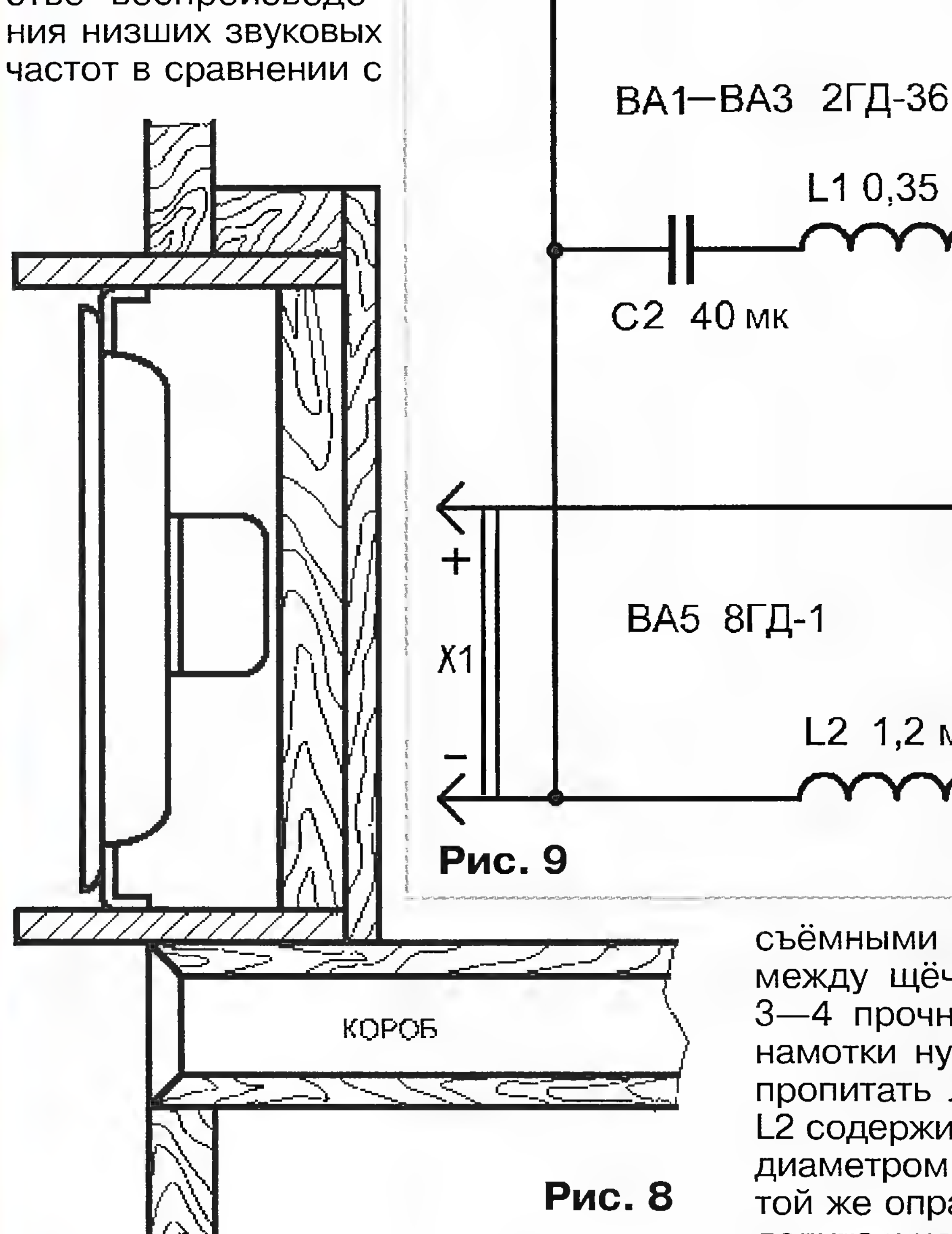


Рис. 8

В среднечастотном звене применена широкополосная головка 3ГДШ-8 (8 Ом), закрытая экраном из деревянных реек и фанеры толщиной 6 мм с внутренними размерами 105×105×35 мм. Полость, закрываемая экраном, заполнена распушённой ватой и крепится к передней панели изнутри четырьмя шурупами по углам. При окончательной сборке все соприкасающиеся поверхности деталей, закреплённых с помощью шурупов, покрывают тонким слоем пластилина. Внутри основного корпуса АС звукопоглощающего материала нет: по моему мнению, энергия, излучаемая тыльной стороной диффузора НЧ головки, должна не поглощаться и превращаться в тепло, а излучаться через ФИ. Он эффективно излучает колебания только в полосе частот, на которую настроен, поэтому влияние отражённых сигналов других частот на качество воспроизведения было поставлено под сомнение. Просто не возникло претензий к качеству звучания этой АС. Это не значит, что звукопоглощение для средних или высоких частот противопоказано.

В описываемой здесь АС применён трёхполосный разделительный фильтр с частотами раздела 500 и 5000 Гц, схема которого показана на **рис. 9**. Катушка L1 — бескаркасная многослойная с внутренним диаметром 35 мм, длиной намотки 20 мм; она содержит 120 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм. Намотку производят на деревянной оправке диаметром 35 мм со съёмными щёчками. Перед намоткой между щёчками необходимо вложить 3—4 прочные нитки, которыми после намотки нужно связать витки катушки, пропитать лаком и высушить. Катушка L2 содержит 200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 1,2 мм, её наматывают на той же оправке. Расчёт элементов разделительного фильтра приведён в [2, 6].

C1 10 мк
C2 40 мк
C3 20 мк
L1 0,35 мГн
L2 1,2 мГн
BA1—BA3 2ГД-36
BA4 3ГДШ-8
BA5 8ГД-1
X1

Рис. 9

В кроссовере можно использовать бумажные и металлобумажные конденсаторы БГТ, МБГП, МБГО, а также К42-4 на напряжение 160—250 В.

Детали фильтра приклеивают к дну корпуса АС быстросохнущим клеем и соединяют монтажными проводами с динамическими головками и разъёмом на задней стенке для подключения соединительного кабеля между АС и усилителем. Провода, идущие к разъёму, должны позволять, при необходимости, свободно снимать заднюю стенку корпуса.

В такой АС можно применить сдвоенные НЧ головки, но основной задачей была проверка эффективности работы АС с щелевым ФИ переменной длины.

В заключение следует отметить, что несмотря на применение устаревших динамических головок [4] качество звучания этих АС, подключаемых к усилителю с низким выходным сопротивлением и мощностью 10...20 Вт (при номинальной нагрузке 8 Ом), оценивается как весьма высокое.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алдошина И. А., Войшвилло А. Г.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985, с. 49, 83, 124.
2. **Эфрусси М. М.** Громкоговорители и их применение. — М.: Энергия, 1976, с. 70—82, 106—109.
3. **Жан-Пьеро Матараццо**. Теория и практика фазоинвертора. — **<www.akycmuka.narod.ru>**.
4. Музей динамиков. — **<http://devicemusic.ucoz.ru/forum/22>**.
5. **Журенков А.** Соединение деталей из ДСП. — Радио, 1980, № 1, с. 26.
6. Справочная книга радиолюбителя-конструктора. Под редакцией Н. И. Чистякова. — М. Радио и связь, 1990, с. 195, 196.

ПРИЗЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

Редакция рассмотрела поступившие письма читателей с купонами журнала "Радио" за 2012 г. В результате наши призы, наборы для самостоятельной сборки ***"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"***, получат:

Зябрев Б. А. (г. Макаров Сахалинской обл.), **Шмелёв А. Е.** (с. Новая Усмань Воронежской обл.), **Туров И. П.** (г. Белоярский Тюменской обл.), **Шедов Г. И.** (г. Магнитогорск Челябинской обл.), **Гайтров В. Д.** (г. Мирный Архангельской обл.), **Гудожников Е. С.** (г. Сургут Тюменской обл.), **Непочатов М. Н.** (с. Старая Симоновка Белгородской обл.), **Куликов В. И.** (г. Владикавказ), **Максимов А. А.** (г. Владимир), **Оленев В. А.** (г. Сергиев Посад Московской обл.).

Уважаемые читатели!

Помните, что журнал "Радио" — радиолюбительский и для радиолюбителей. Мы публикуем статьи по тематике, интересующей широкий круг читателей. Пишите нам, что бы вы хотели видеть на страницах журнала, какие темы интересны, а от каких публикаций можно воздержаться. Конечно, мы не гарантируем, что сможем удовлетворить все пожелания, но постараемся их учесть.

Присылайте нам статьи с описаниями своих разработок. Мы рассматриваем всю поступающую почту. В случае положительного решения ваша статья будет опубликована на страницах журнала "Радио" и сможет в дальнейшем участвовать в конкурсе на лучшую публикацию.

Поздравляем всех призёров! Желаем успехов в творчестве!

Редакция

Особенности проектирования кроссоверов для высококачественных АС

Д. ГОРШЕНИН, г. Москва

Рассмотрим ещё один пример доработки кроссовера для снижения ИНИ. Двухполосная АС — проект "Bijou 170", предлагаемый компанией VISATON для самостоятельного изготовления. НЧ—СЧ звено выполнено на упоминавшейся ранее головке AL170 с алюминиевым диффузором. На **рис. 12** показаны АЧХ и гармоники акустических искажений этой головки. На второй гармонике в полосе изломных резонансов диффузора наблюдаются выбросы ДИ, а на частотах 800 Гц — 2,5 кГц — выбросы третьей и пятой гармоник предположительно "импедансного" происхождения. Вблизи частоты 1,7 кГц на АЧХ головки и на всех гармониках искажений имеется узкий выброс/провал, связанный с каким-то резонансом в подвижной системе головки не "диффузорного" и не "импедансного" происхождения. На **рис. 13** и **14** показаны схемы НЧ—СЧ звена проекта с исходным и доработанным кроссоверами соответственно.

Исходный кроссовер выполнен по схеме ФНЧ второго порядка. Кроме того, дроссель L1 исходной схемы совместно с элементами C1, R1 образует включённый последовательно с головкой режекторный фильтр для подавления выброса на АЧХ в интервале 6...7 кГц. И хотя, в отличие от кроссовера Гравесена, здесь режекторный фильтр включён последовательно с головкой, из-за ёмкости C2 кроссовер всё равно имеет низкое выходное сопротивление на высоких частотах. Принимая во внимание высокий уровень ИНИ применённой головки (см. рис. 4,г), такая схема гарантирует большой уровень акустических искажений, что и демонстрируют графики на **рис. 15**,а (показаны только третья и пятая гармоники акустических искажений). В доработанном кроссовере фильтр НЧ (L1C1R1) и режекторный

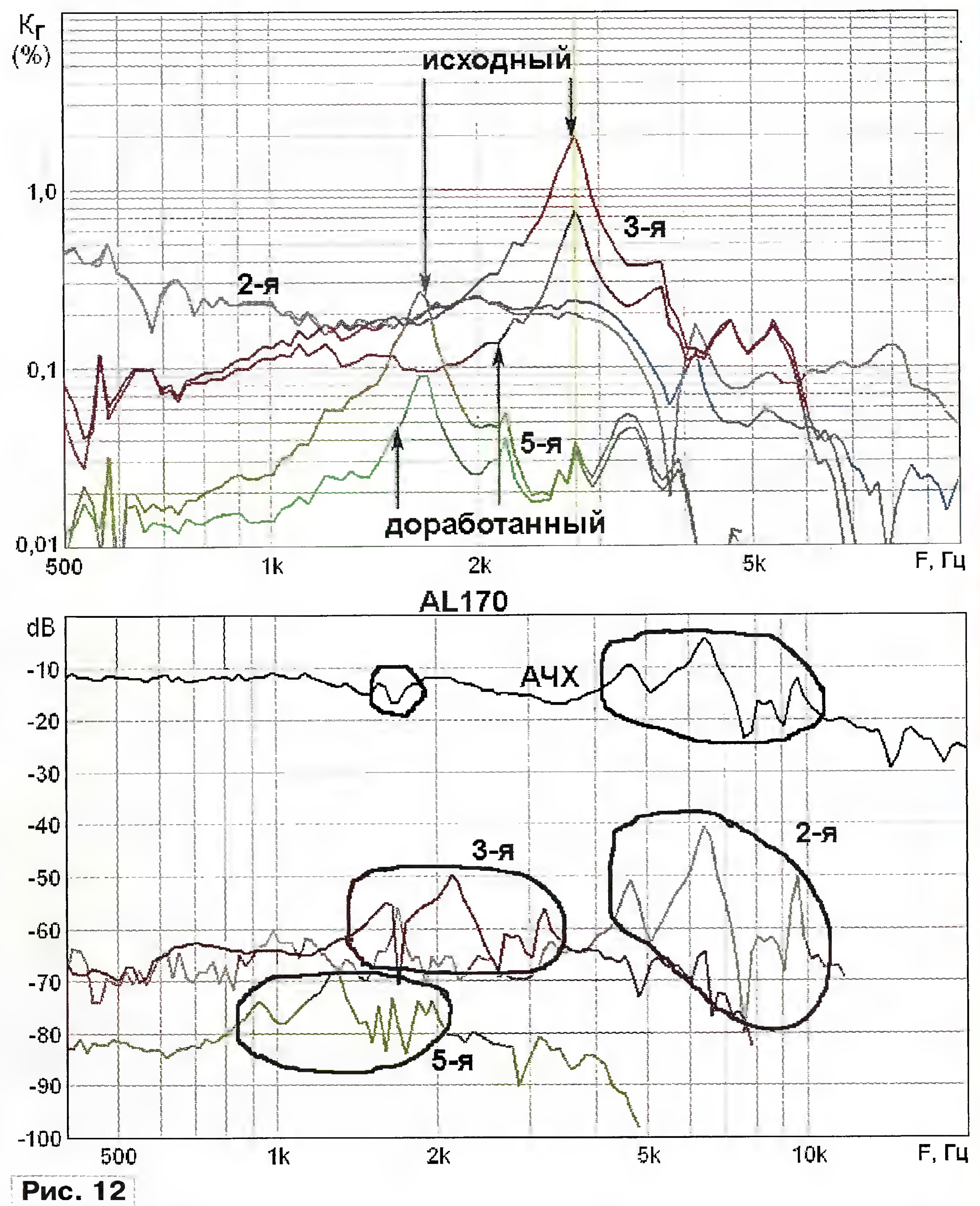


Рис. 12

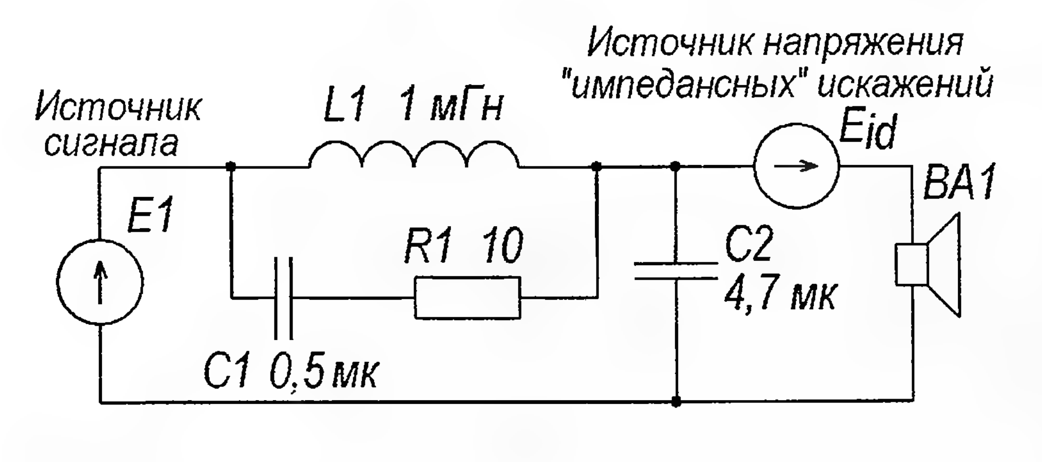


Рис. 13

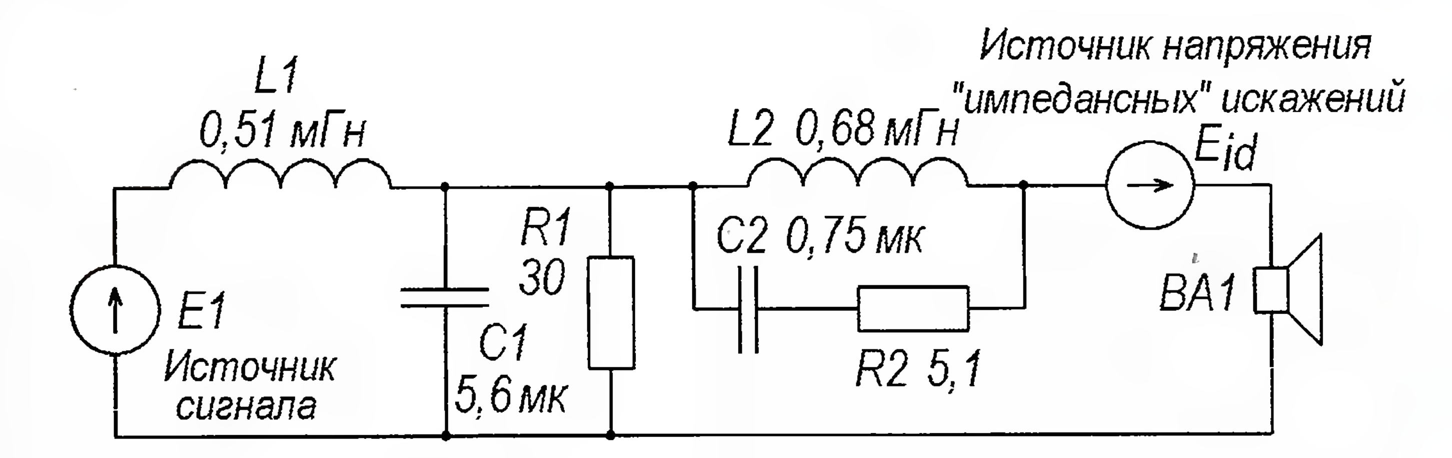


Рис. 14

фильтр (L2C2R2) были разделены, что позволило существенно увеличить выходное сопротивление кроссовера в области выброса АЧХ головки на частотах 3...8 кГц и тем самым значительно снизить пиковые уровни третьей и пятой гармоник акустических нелинейных искажений в рабочей полосе звена. Однако, в отличие от ранее рассмотренного примера, в данном случае снижение оказалось не бесплатным. В результате переработки кроссовера третья гармоника искажений в области частот 500...850 Гц выросла. Произошло это, как следует из графиков на рис. 15,б, из-за снижения значения Z_{id} в интервале 1,5...2,5 кГц. В целом же ситуация всё-таки значительно улучшилась. Если не придираться к очень узкому "пичку" искажений неизвестного происхождения в районе частоты 1,7 кГц, то можно сказать, что головка с простым мотором (AL170) продемонстрировала заметно большую "отзывчивость" к увеличению выходного сопротивления источника сигнала в плане снижения искажений, чем более сложная головка от SEAS.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2013, № 6, 7

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

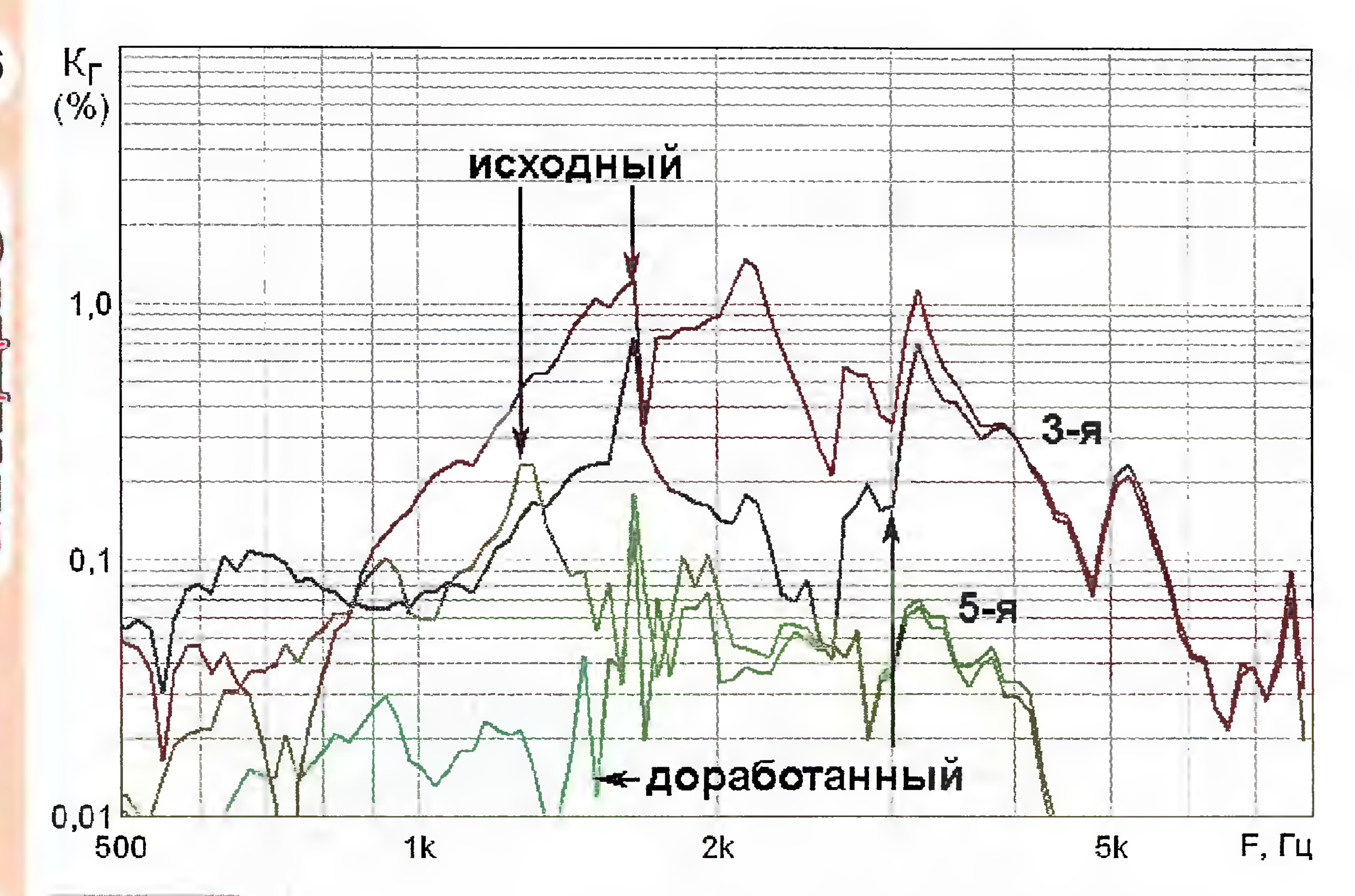


Рис. 15,а

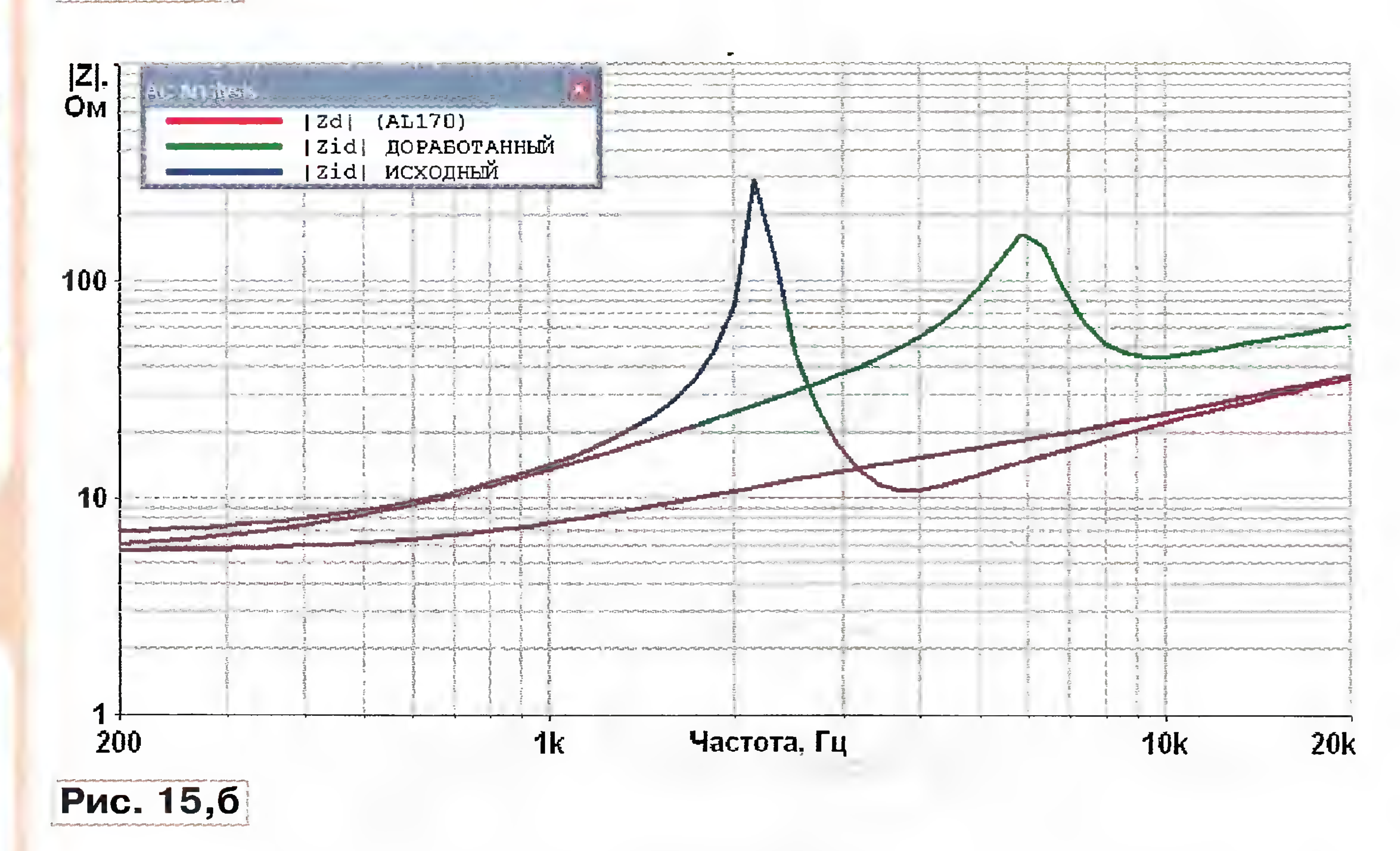


Рис. 15,б

1,5...2 кГц и выше, например, фильтров НЧ второго порядка или режекторных фильтров, включаемых параллельно головке.

Рассмотрим ещё одну схему НЧ—СЧ звена двухполосной АС, также предназначенной для самостоятельного изготовления [10]. Проект называется "Bifrost". Он разработан специалистами норвежской компании SEAS. В НЧ—СЧ звене используется упоминавшаяся ранее головка W18NX001. Это одна из относительно недавних разработок компании. От W15CY001 её отличает более качественный мотор с меньшими ИНИ в рабочей полосе (см. рис. 4,а и 7) и менее выраженные выбросы на АЧХ за её пределами. Сочетание этих факторов позволяет рассчитывать на меньший уровень акустических искажений на средних частотах. Правда, это не относится ко второй гармонике искажений, где из-за более высокого уровня ДИ применённая в W18NX001 "бумага" вполне ожидаемо значительно проигрывает магниевому сплаву диффузора W15CY001 (см. вторую гармонику на рис. 7).

К достоинствам проекта "Bifrost" следует отнести разумно спроектированный кроссовер, НЧ—СЧ звено которого выполнено по схеме фильтра НЧ не второго, а третьего порядка (**рис. 16**,а). Дополнительный дроссель увеличил выходное сопротивление кроссовера на высоких частотах и снизил излучение головкой ИНИ. Возможно, именно поэтому в описании проекта разработчики не постеснялись привести результаты измерений нелинейных искажений этой АС. Они действительно значительно ниже, чем в рассмотренных выше проектах.

Применение в кроссовере НЧ—СЧ звена АС дросселя, включаемого последовательно с головкой, представляется довольно перспективной идеей. Действительно, ИНИ на средних частотах обычно монотонно увеличиваются с ростом частоты (см. рис. 3), что объясняется увеличением вклада нелинейной индуктивности в общий импеданс головки. Добавление внешнего линейного дросселя с индуктивностью, сопоставимой с индуктивностью головки, и включённого последовательно с ней, позволяет ограничить рост нелинейного вклада в импеданс и стабилизировать уровень ИНИ. Если же индуктивность дополнительного дросселя выбрать существенно больше, чем индуктивность головки, то с ростом частоты нелинейность импеданса системы головка—дроссель будет снижаться, а следовательно, станет снижаться и уровень ИНИ.

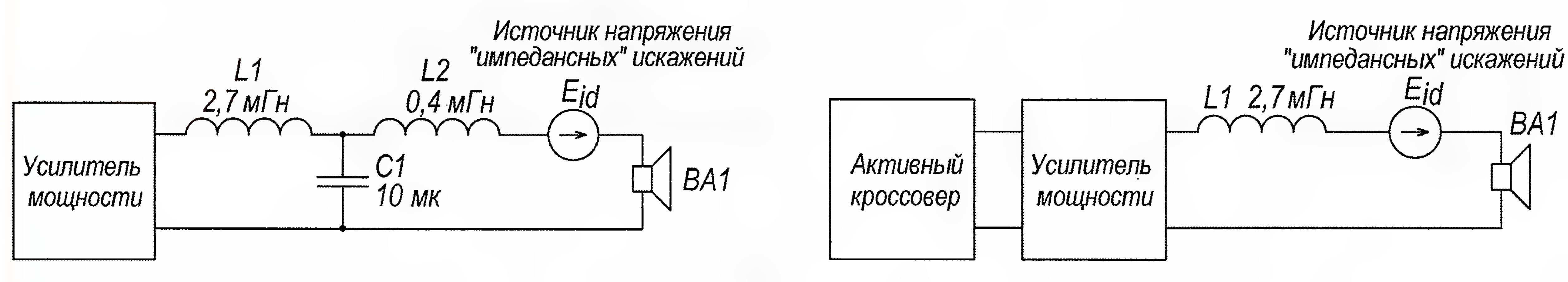


Рис. 16,а **Рис. 16,б**

Применённый в доработанном варианте кроссовера режекторный RLC-фильтр может быть рекомендован как достаточно универсальное решение для подавления выбросов акустических искажений, вызванных высоким уровнем ИНИ в сочетании с выбросами на АЧХ головок. Приведённые примеры показывают, что для снижения излучения ИНИ необходимо увеличивать выходное сопротивление кроссовера не только в рабочей полосе НЧ—СЧ звена, а, что часто ещё важнее, за её пределами — в частотной области, где лежат гармоники ИНИ, вплоть до естественного спада отдачи головки. Если этого не сделать, то головка будет излучать гармоники ИНИ, в том числе и высоких порядков, что негативно скажется на качестве звука. Особенно строго надо следовать этому правилу в случае, если на АЧХ головки имеются участки повышенной отдачи, пусть даже и находящиеся за пределами рабочей полосы, в которой используется головка в конкретном проекте АС. Для таких головок крайне нежелательно применение в кроссовере всех типов фильтров, имеющих низкое выходное сопротивление на частотах

РАДИО № 8, 2013 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

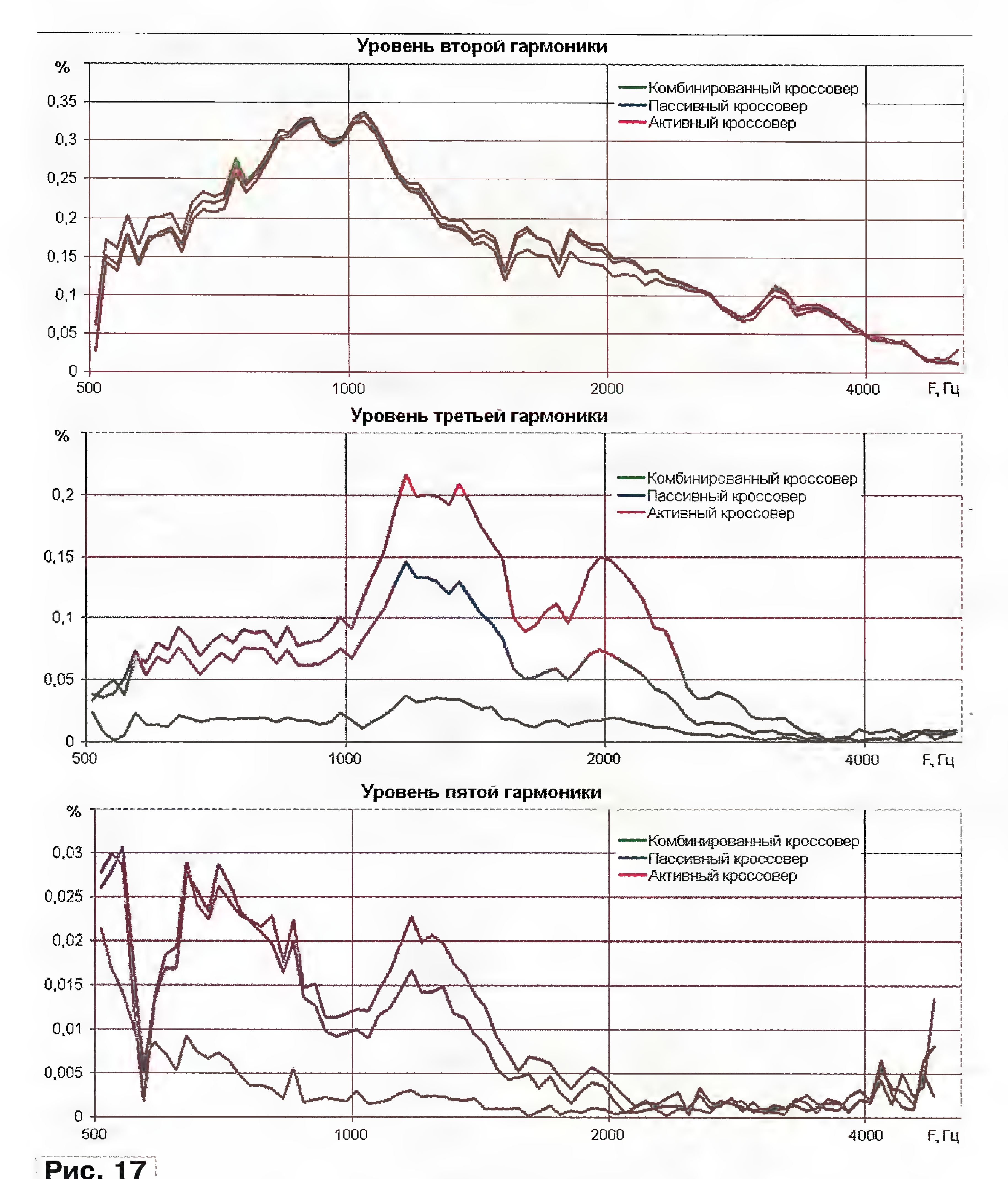


Рис. 17

Рис. 18

В третьем примере поставим задачу шире: оценим уровень искажений трёх разных вариантов НЧ—СЧ звена на головке W18NX001 с полностью идентичными АЧХ, но принципиально различными реализациями кроссовера. АЧХ всех трёх вариантов соответствуют АЧХ проекта "Bifrost", а реализации кроссоверов следующие.

1. Пассивный кроссовер проекта "Bifrost".

2. Активный кроссовер на входе усилителя мощности, головка соединена непосредственно с выходом усилителя.

3. Комбинированный кроссовер: активный кроссовер на входе усилителя мощности и дроссель 2,7 мГн на выходе усилителя (рис. 16,б).

На **рис. 17** показаны полученные уровни гармоник акустических искажений при напряжении 2.8 В (эфф.) (напряжение измерялось на частоте 1 кГц на выводах головки).

Головка W18NX001 имеет качественный мотор и мягкий диффузор, поэтому во второй гармонике искажений на средних частотах доминируют "диффузорные", а не "импедансные" составляющие. В результате уровень этой гармоники зависит только от частоты среза фильтра НЧ—СЧ звена и не зависит от его схемной реализации. У третьей и пятой гармоник ситуация принципиально иная. Они, как и положено у головок с "мягким" диффузором, определяются исключительно ИНИ, поэтому исполнение кроссовера влияет на их уровень радикальным образом. Как и следовало ожидать, наихудший результат даёт вариант с чисто активным кроссовером. Пассивный кроссовер "Bifrost" даёт заметный выигрыш по сравнению с активным вариантом, но индуктивность дросселя (0,4 мГн), последовательно включённого с головкой, недостаточна, чтобы полностью подавить эффект роста искажений с учётом усиления гармоник выбросом на АЧХ головки в интервале 3...4 кГц. А вот дроссель 2,7 мГн комбинированного варианта кроссовера достаточно эффективно решил проблему подавления ИНИ.

Вывод очевиден: если есть желание и возможность применить многополосное усиление, то чисто активный вариант кроссовера выглядит менее предпочтительным решением, чем комбинированный вариант с дополнительным дросселем на выходе. Совсем неудачным решением будет использование активного варианта кроссовера в СЧ или НЧ—СЧ звене АС с головками, имеющими жёсткие диффузоры из металла или керамики — звук будет сильно окрашен ИНИ. С такими головками активный кроссовер можно рекомендовать только при замене традиционного усилителя мощности на ИТУН. Но и в этом случае положительный результат не гарантирован, если частота раздела полос слишком завышена, как, например, в рассмотренном выше проекте Гравесена.

Что касается комбинированного кроссовера с дросселем на выходе, то это решение, довольно эффективное в борьбе с нелинейностью импеданса (для большинства головок его будет вполне достаточно), всё же является компромиссным. При выборе индуктивности не следует забывать, что чем она выше, тем больший запас по выходному напряжению потребуется от усилителя мощности, чтобы компенсировать его падение на дросселе.

Для тех же, кто в достижении наивысших параметров привык "патронов не жалеть", всегда остаётся вариант с ИТУН, например, в версии, предложенной А. П. Сырицо в [11]. На 11-й выставке "Российский Hi-End" можно было вживую послушать впечатляющую реализацию этой идеи. И средние частоты, воспроизводимые головкой ScanSpeak, запитанной от описанного в [11] усилителя, были, пожалуй, самыми точными и прозрачными среди представленных на выставке АС. Разумеется, без сравнительного прослушивания утверждать, что это исключительная заслуга оригинальной версии ИТУН, было бы опрометчиво, поскольку использованная в

системе головка в силу конструктивных особенностей мотора и сама по себе имеет очень линейный импеданс. И тем не менее...

Теперь вернёмся к статье С. Д. Батя о согласовании одного ИТУН с многополосной АС и рассмотрим предложенный в ней вариант схемной реализации кроссовера (**рис. 18**), который должен был бы обеспечить снижение акустических искажений "импедансного" происхождения у НЧ—СЧ головок ВА1 и ВА2. На **рис. 19** показана частотная зависимость модуля импеданса Z_{id} в цепи генераторов искажений (E_{id1} и E_{id2}) и суммарного импеданса Z_d двух последовательно включённых головок ASW WG-150 (построен по данным, приведённым в статье). Ввиду отсутствия головок провести сравнительные измерения искажений не удалось, но вид

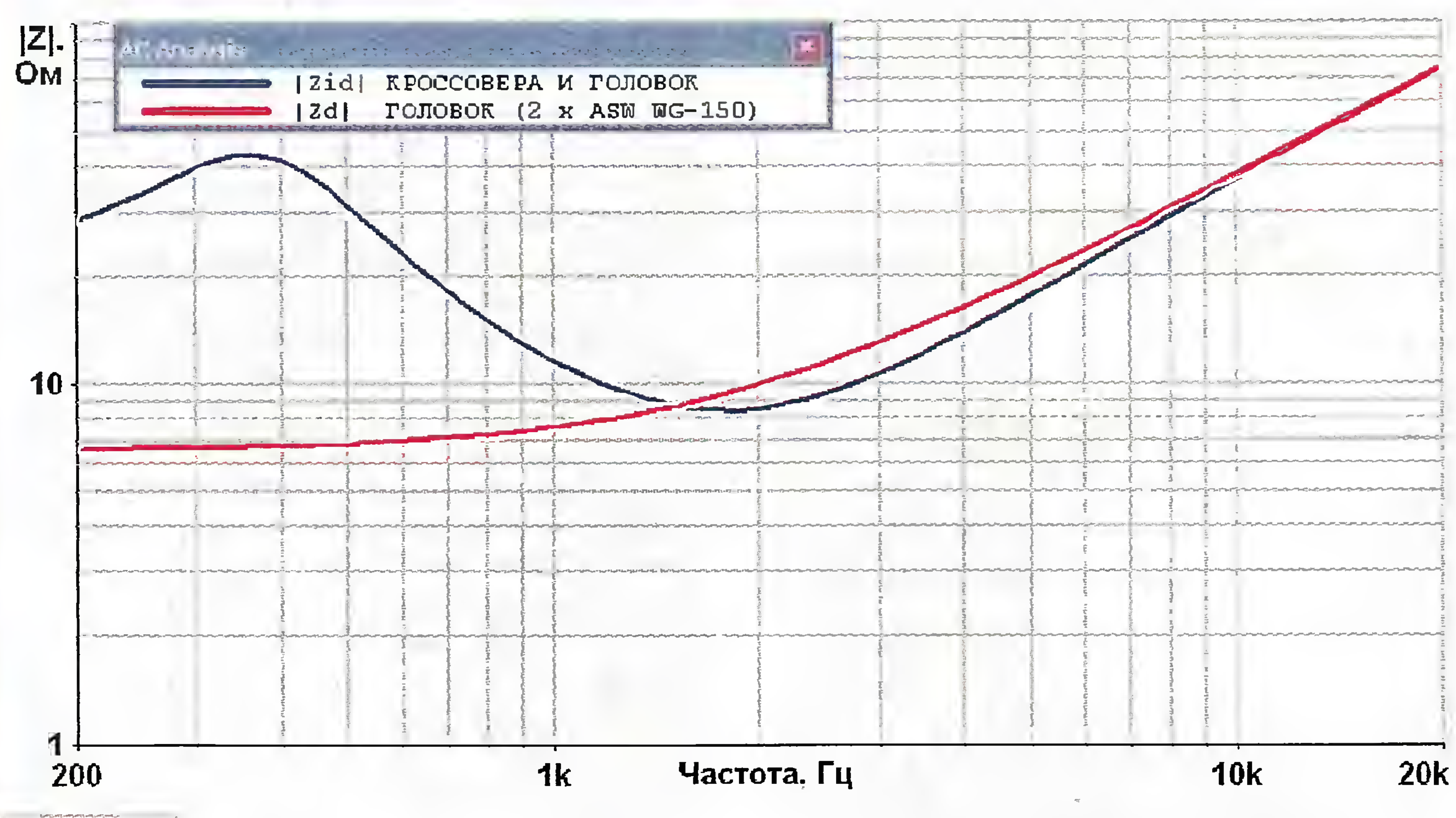


Рис. 19

графика Z_{id} и не даёт никаких оснований рассчитывать на сколько-нибудь заметный положительный эффект. Сгенерированные нелинейными индуктивностями головок гармоники ИНИ с частотами выше 1... 2 кГц благодаря конденсатору С1 будут практически без потерь преобразовываться в ток через звуковую катушку, а затем — в звуковое давление.

Предложенная реализация кроссовера, несмотря на питание АС от ИТУН, не сможет эффективно подавить акустические искажения головок НЧ—СЧ звена, обусловленные ИНИ, поскольку не обеспечивает высокое выходное сопротивление в верхней части средних и на высоких частотах, где локализуется львиная доля гармоник "импедансных" искажений.

Когда же нужно, а когда не обязательно применять кроссоверы с высоким выходным сопротивлением? Даже среди головок с металлическими диффузорами встречаются относительно беспроблемные. Из протестированных автором таковыми можно считать головки компании VISATON AL130 (см. рис. 4,в) и Ti100, имеющие очень низкий уровень ИНИ. Среди "мягких" головок прекрасные параметры по ИНИ показал PEERLESS 830883 (см. рис. 3,в).

Но всё же лучше не полагаться на чужие измерения, а взять головку и, включив её по схеме рис. 2, проверить уровень электрических гармоник с использованием ИНИ. Затем взглянуть на АЧХ головки, лучше измеренную, но можно и паспортную. При более или менее плоской, без выбросов, АЧХ головки во всей рабочей полосе, вплоть до естественного спада отдачи на высоких частотах, можно ожидать, что уровень акустических нелинейных искажений, вызванных ИНИ, не превысит соответствующего уровня электрических (в обоих случаях имеются в виду относительные уровни, выраженные в процентах). Если на АЧХ головки имеются выбросы по отношению к среднему значению в рабочей полосе головки, то при низком выходном сопротивлении источника сигнала (кроссовера) ИНИ создадут выбросы такой же амплитуды на второй, третьей, пятой, седьмой и т. д. гармониках акустических искажений, но со смещением вниз по частоте в число раз, соответствующее порядку гармоники. Если полученный такой оценкой прогноз уровня искажений разработчик считает неприемлемым, то для снижения уровня излучения ИНИ имеет смысл применить кроссовер с повышенным выходным сопротивлением.

Проектирование АС — сложный и многофакторный процесс с существенной субъективной составляющей, поэтому сформулировать алгоритм разработки идеального кроссовера АС не стоит даже пытаться. Каждый разработчик по-своему расставляет приоритеты. Одни пытаются получить идеально плоскую АЧХ, другие ставят во главу угла линейность, третьи конструируют только фазокогерентные АС. Тем не менее при разработке кроссовера следует иметь в виду следующее.

1. Различные схемные решения кроссовера при одинаковых АЧХ могут существенно влиять на уровень нелинейных искажений работающих с ним головок. Поэтому при проектировании кроссовера АС необходимо обязательно контролировать нелинейные искажения, иначе можно получить посредственный результат даже при использовании высококачественных головок.

2. Для определения схемотехники кроссовера перед началом его проектирования целесообразно измерить уровень искажений, вызываемых нелинейностью импеданса головки (ИНИ). Это позволит более взвешенно подойти к выбору схемного решения кроссовера.

3. Наибольшие искажения имеют решения с активным кроссовером и непосредственным соединением головки и усилителя мощности с низким выходным сопротивлением.

4. Если головка имеет существенную нелинейность импеданса (большой уровень ИНИ), особенно в сочетании с участками повышенной отдачи на АЧХ (пики на АЧХ), в том числе и за пределами рабочей полосы, то необходимо выбирать схемные решения кроссовера с высоким выходным сопротивлением не только в рабочей полосе частот, но, прежде всего, за её пределами, — вплоть до частот естественного спада АЧХ головки. Для таких головок применение в пассивном кроссовере фильтров НЧ второго порядка или параллельных головке режекторных фильтров крайне нежелательно — это приводит к излучению гармоник искажений третьего и более высоких порядков. В первую очередь это касается головок с жёсткими диффузорами.

5. Вариант комбинированного решения кроссовера: активный фильтр на входе усилителя и дроссель с индуктивностью 1...3 мГн на выходе — простое и эффективное компромиссное решение, позволяющее значительно снизить искажения, вызываемые нелинейностью импеданса головки в диапазоне средних частот, без применения ИТУН. Но тут важно не переусердствовать с выбором индуктивности, иначе потребуется усилитель мощности с большим запасом по напряжению.

В заключение хотелось бы поблагодарить Виталия Пронского и Романа Эрлиха за предоставленные для испытаний динамические головки. Особую признательность автор выражает Игорю Рогову, взявшему на себя труд первого прочтения статьи и давшему ценные советы по её улучшению.

ЛИТЕРАТУРА

10. Bifrost. — <**http://www.seas.no/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=176**>.

11. **Сырицо А.** Особенности использования УМЗЧ—ИТ с динамическими громкоговорителями. — Радио, 2009, № 10, с.13—16.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

УКВ ВЕЩАНИЕ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Главный редактор "Русской службы новостей" (РСН) Сергей Доренко объявил о запуске вещания станции в Санкт-Петербурге. Он сообщил, что вещание началось 1 июня на частоте 92,9 МГц с ретрансляции московских программ и ведётся круглосуточно. Трансляция местного информационного вещания может быть открыта уже 1 июля.

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ. В городах Плесецке и Мирном на частоте 103,2 МГц началось вещание радиостанции "Звезда".

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. Сразу две радиостанции начали вещание в городе Вязники — "Европа Плюс" на частоте 103 МГц и "Ретро FM" на частоте 104,3 МГц.

ВОРОНЕЖ. 31 мая в Воронеже на частоте 101,1 МГц начато вещание радиостанции "Радио NRJ".

КАЗАНЬ. 5 июля в преддверии XXVII Всемирной летней универсиады 2013 г. в столице Республики Татарстан планируется торжественное открытие вещания "Радио Спорт". Данный медиаресурс — информационный партнёр сборной России на Универсиаде-2013. Радиостанция будет вещать в Казани на частоте 91,9 МГц. В настоящее время "Радио Спорт" звучит в семи городах, включая Москву.

КЕМЕРОВО. ООО "Наше радио" признано победителем в конкурсе по городу Кемерово. В ближайшее время радиостанция начнёт своё вещание на частоте 106,7 МГц. Радиостанция "Комсомольская правда" выиграла конкурс на вещание в столице Кузбасса. Жители и гости Кемерова смогут услышать её позывные на частоте 89,8 МГц.

КОСТРОМА. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился город Кострома, частота вещания — 105,3 МГц.

КРАСНОЯРСК. Радиостанция "Звезда" начнёт вещание в этом году в Красноярске на частоте 96,6 МГц.

КУРГАН. В Кургане на частоте 91 МГц в ближайшее время по результатам конкурса начнёт вещание радиостанция "Звезда".

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Вещание радиостанции "Радио 7" открылось на частоте 88,2 МГц в городе Арзамасе.

НИЖНИЙ ТАГИЛ. ООО "Радио Дача" признано победителем конкурса на наземное эфирное радиовещание в городе Нижний Тагил Свердловской обл. на частоте 107,7 МГц с мощностью 1 кВт. Время вещания — ежедневно, круглосуточно с программной концепцией "Радио Дача".

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. В городе Соль-Илецке на частоте 107 МГц начала вещать радиостанция "Европа Плюс".

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. В Перми на частоте 91,8 МГц началось круглосуточное вещание радиостанции "Пионер FM". К региональной сети вещания "Love Radio" присоединился город Чайковский, частота вещания — 91,6 МГц.

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Одна из старейших радиостанций Владивостока — "Лемма", продолжает осваивать просторы Приморского края. 3 июня она начала вещание в городе Спасске-Дальнем. Помимо него, "Лемма" вещает в городах Артём, Большой Камень, Фокино и посёлке городского типа Славянка. Частота "Леммы" в Спасске-Дальнем — 104,4 МГц. Ещё одна радиостанция Владивостока — "Радио ВиБиСи" (VBC), покоряет территорию края, расширяя зону вещания. Её трансляции начались в Спасске-Дальнем, охватывая при этом и ближайшие населённые пункты. Таким образом, "Радио ВиБиСи" объединяет уже три крупных города Приморского края: Владивосток — на частоте 101,7 МГц, Находка — на частоте 103,3 МГц и упомянутый Спасск-Дальний — на частоте 101,3 МГц. В городе Артём на частоте 90,1 МГц зазвучала сетевая радиостанция "Love Radio".

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. Сетевая радиостанция "Love Radio" пополнилась ещё одним населённым пунктом трансляции — это посёлок Матвеев-Курган, частота вещания — 107 МГц.

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. 26 мая в районном центре городе Балашове начали вещание радиостанции "Милицейская волна" на частоте 106 МГц и "Love Radio" — на частоте 107,9 МГц.

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Европа Плюс" зазвучала в городе Реж на частоте 105,4 МГц.

СЫКТЫВКАР. Музыкальная танцевальная радиостанция "DFM" (предыдущие названия "Радио Динамит" и "Dynamite FM"), согласно результатам конкурса Федеральной конкурсной комиссии по телерадиовещанию, займёт частоту 103,2 МГц. В настоящее время в столице республики Коми в высокочастотной части УКВ диапазона вещают семь радиостанций: "Европа плюс Коми" (100,3 МГц), "Авторадио" (101,8 МГц), "Love Radio" (102,3 МГц), "ХИТ FM" (102,7 МГц), "Ретро FM" (103,8 МГц), "Дорожное радио" (104,8 МГц) и "Русское радио" (105,2 МГц).

УДМУРТИЯ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился город Сарапул, частота вещания — 102,6 МГц.

ХАНТЫ-МАНСИЙСК. В конце мая в окружном центре на частоте 106,3 МГц начала вещание радиостанция "ХИТ FM Ханты-Мансийск".

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. В городе Ноябрьске на частоте 107,8 МГц начало вещание "Радио Дача".

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Руководство британской телерадиокомпании "Би-би-си" объявило, что в ближайшее время не сможет начать запланированное ранее вещание на Северную Корею. Причиной отказа от планов запуска специальной радиотрансляции для КНДР стало очередное сокращение бюджета "Би-би-си" на 2,2 млн фунтов стерлингов. Как сообщил директор мировой службы новостей "Би-би-си" Питер Хоррокс (Peter Horrocks), уменьшение финансирования не даст запустить вещание на КНДР и в 2014 г., но по-прежнему остаётся в планах компании. (Источник: **http://rus.ruvr.ru/news/2013_06_25/Bi-bi-si-ne-hvatilo-deneg-na-veshhanie-v-KNDR-1289/**).

ГРЕЦИЯ. Очень неожиданное событие в мире теле- и радиовещания началось с того, что 11 июня официальный представитель Правительства Греции Симос Кедикоглу объявил, что все передачи греческой телерадиокомпании ERT прекращаются 12 июня с полудня по местному времени. Её 2,5 тысячи сотрудников остаются без работы и подлежат сокращению.

Необходимо отметить, что компания ERT начала вещание в 1938 г. Она объединяет на момент прекращения работы три телеканала, четыре национальные радиостанции, а также региональные радиостанции и внешнюю службу "Voice of Greece". Государственное телевидение и радио Греции финансировались до этого момента посредством обязательных выплат, которые включались в счета за электричество. Правительство посчитало, что в последнее время получаемые средства использовались неразумно.

Также Правительство Греции объявило о создании новой компании телерадиовещания вместо закрытого государственного греческого радио и телевидения ERT. В распространённом 13 июня документе говорится, что новая организация будет называться NERIT ("Новое греческое радиовещание, интернет и телевидение"). Как отмечается в документе, компания будет находиться в полной собственности государства. Среди акционеров — министерство финансов и министерство культуры и туризма. Финансироваться организация будет по-прежнему за счёт налогов жителей страны. Однако Высший административный суд Греции по просьбе профсоюзов приостановил принятое 11 июня решение Правительства о закрытии государственной телерадиокомпании ERT. Она должна продолжать вещание до тех пор, пока не будет создан новый государственный теле- и радиовещатель. (Источник: **http://rus.ruvr.ru/news/2013_06_17/Visshij-sud-Grecii-priostanovil-vipolnenie-reshenija-pravitelstva-o-zakritii-ERT-1407/**).

На момент подготовки материала к печати телевизионное и радиовещание, прерванные ранее, возобновились.

МОНАКО. "Chik Radio" — первая радиостанция, ведущая вещание исключительно на русском языке в Монако, на Лазурном берегу и в Куршевеле (Французские Альпы). Для справки, слово "Chik" читается на французский манер, как "шик".

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 4 ч.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"Chik Radio" начало свою работу в апреле 2012 г. в Монако независимо от каких бы то ни было российских медиагрупп. Создатель "Шик Радио" Бруно Альберти не новичок в мире радиобизнеса. Он уже является создателем известной всему миру французской радиостанции "Ностальжи". Сегодня очередное его "детище" заговорило по-русски: вещание идёт в Монако на частотах 91,4 МГц и 90,3 МГц в Куршевеле. Онлайн программы можно слушать по адресу <**http://www.chikradio.com**>.

США. 30 июня завершается вещание через передающий центр Окичоби (Okeechobee), когда-то одной из крупнейших религиозных радиостанций — WYFR. Её первый выход в эфир состоялся в 1927 г. с экспериментальным позывным W1XAL, потом было несколько других. И только с 20 октября 1973 г. станция стала выходить в эфир с позывным WYFR, а с 23 ноября 1977 г. началось её вещание из передающего центра в Окичоби, штат Флорида, США. Станция в своё время вещала на русском языке по пять часов в сутки. С закрытием передающего центра она полностью уходит из коротковолнового эфира.

ЧЕХИЯ. "Радио Свобода" произвело замену частот для передач на русском языке: с 03.00 до 05.00 вместо частоты 6120 кГц используется частота 11965 кГц, а с 05.00 до 07.00 — новая частота, 17780 кГц вместо заявленной в начале сезона 17810 кГц, с 19.00 до 20.00 используется частота 7475 кГц вместо ранее использовавшейся 5920 кГц.

ЯПОНИЯ. С первого июля добавлено время для трансляций программ радиостанции "NHK World" на русском языке. Они будут вестись в направлении Европы с 17.30 на частоте 1386 кГц. (Источник: **http://www3.nhk.or.jp/nhkworld/russian/top/index.html**).

От автора рубрики: Странное решение, если учесть, что в апреле мощность передатчика для вещания на этой частоте (передатчик находится в Литве) была снижена до 75 кВт. Едва ли летом трансляции будут охватывать даже территорию Прибалтики.

Хорошего приёма и 73!

Внешняя телескопическая антенна для мобильных устройств

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Многие мобильные мультимедийные устройства (сотовые телефоны, MP-3 плейеры, электронные книги, навигаторы) имеют в своём составе УКВ ЧМ радиоприёмник, что позволяет с их помощью слушать передачи местных УКВ радиостанций. Антенной обычно служит провод подключённых стереотелефонов. В условиях слабого радиосигнала приходится тщательно выбирать положение этого провода для устойчивого радиоприёма, что создаёт большие неудобства. Чтобы улучшить качество приёма и повысить удобство использования этих устройств в стационарных условиях в качестве радиоприёмников, достаточно изготовить для них простую внешнюю антенну.

WA1
C1 120×1000 В
L1
L2
L3
C2 10
C3 10
L4
XS1 "Вход"
XS2 "Выход"

Рис. 1

Схема устройства для подключения внешней антенны к мобильным аппаратам показана на **рис. 1**. Гнездо XS1 соединяют с гнездом стереотелефонов мобильного устройства, а сами стереотелефоны (или вход усилителя мощности ЗЧ) подключают к гнезду XS2. Дроссели L1—L4 и конденсаторы C2, C3 минимизируют влияние на радиоприём соединительного кабеля, подключённого к XS2. Это позволяет, например, перемещаться по комнате вместе со стереотелефонами без срыва радиоприёма или проложить сигнальный провод до усилителя по произвольной трассе. Конденсатор C1 служит для гальванической развязки телескопической антенны WA1 от мобильного устройства, что уменьшает вероятность его повреждения, например, из-за замыкания выдвинутой телескопической антенны на металлический корпус усилителя.

Детали устройства смонтированы на плате размерами 47×22 мм из стеклотекстолита (**рис. 2**). Дроссели L1—L3 — бескаркасные и содержат по 20 витков провода диаметром 0,15 мм в эмалевой изоляции, намотанных на оправке диаметром 2,5 мм. Дроссель L4 — 1...3 витка сложенного втрое монтажного провода, намотанных на ферритовом кольце диаметром 7...12 мм (подойдёт и ферритовая чашка от катушки фильтра ПЧ старого транзисторного радиоприёмника). Конденсаторы — любые керамические малогабаритные (C1 желательно высоковольтный). Дроссели L1—L3 приклеены к плате клеем БФ-2.

Рис. 2

Основа конструкции — круглый пластмассовый корпус от сменного фильтра "Барьер", предназначенного для очистки воды (**рис. 3**). Перед разборкой в него заливают воду, дают ей вытечь, после чего вскрывают со стороны поступления воды и удаляют всё содержимое. Телескопическая антенна — с поворотным фиксирующим механизмом. Такие антенны применялись, например, в отечественных переносных телевизорах "Юность", "Сапфир". Антенна закреплена в верхней (по рис. 3) части корпуса. Поскольку он тонкостенный, его верхняя стенка "усилена" изнутри шайбой с внешним диаметром, чуть меньшим внутреннего диаметра корпуса, вырезанной из листового полистирола толщиной 3 мм. Шайба приклеена термоклеем и дополнительно зафиксирована гайкой крепления поворотного механизма антенны.

Гнёзда XS1, XS2 — стандартные под аудиоштекер диаметром 3,5 мм. Применение двух разъёмных соединений уменьшает вероятность повреждения аппаратуры, например, если вы случайно зацепите сигнальный провод ногой. Гнёзда приклеивают к корпусу изнутри с противоположных сторон, смонтированную плату — в его верхней части. Длина проводов, соединяющих плату с гнездом XS1 и с телескопической антенной, должна быть минимальной.

Рис. 3

Настольной подставкой для корпуса служит круг диаметром около 100 мм, вырезанный из листового полистирола толщиной 3...5 мм. В его центре закреплена стальная втулка массой около 300 г, предотвращающая опрокидывание конструкции при выдвинутой под углом на всю длину телескопической антенне. Корпус прикреплён к подставке шестью винтами-саморезами.

Входное гнездо устройства соединяют с мультимедийным аппаратом экранированным двухпроводным кабелем длиной до 300 мм. Поскольку его экранирующая оплётка является частью УКВ антенны, положение кабеля также может влиять на качество радиоприёма. Длина провода, соединяющего устройство со стереотелефонами или усилителем ЗЧ, не имеет принципиального значения, на стабильность радиоприёма она почти не влияет.

Переключение НЖМД в компьютере

В. ГЕЙМАН, г. Санкт-Петербург

К перечисленным в статье [1] достоинствам установки в компьютер двух независимых загрузочных НЖМД, выбираемых внешним переключателем, следовало бы добавить ещё два:

1. Возможность организовать с помощью одного компьютера два полноценных рабочих места со своими рабочими столами, составом программного обеспечения, различными ОС и т. п. Зачастую это даёт возможность избежать ненужных конфликтов в коллективе или в семье.

2. Значительное облегчение диагностики неисправностей. В случае отказа обоих рабочих мест повреждение следует искать в аппаратной части компьютера (материнской плате, видеокарте, блоке питания), а при дефектах в работе лишь одного из них вероятнее всего программная ошибка или отказ соответствующего НЖМД.

Однако предложенное в упомянутой статье простое решение имеет, на мой взгляд, существенный недостаток — во избежание переключения НЖМД во время работы компьютера, что неизбежно приводит к сбою, переключатель спрятан под крышкой. Чтобы переключить НЖМД, крышку необходимо снять, а потом не забыть поставить на место. Это не только неудобно, но и не исключает полностью доступа к переключателю при включённом компьютере.

Можно устранить недостаток, переключая НЖМД с помощью специализированного поляризованного электромагнитного реле с двумя устойчивыми состояниями — дистанционного переключателя, питая узел управления им от имеющегося в компьютере дежурного источника напряжения 5 В. Включение основного источника питания компьютера должно блокировать этот узел, делая изменение состояния реле невозможным.

Схема переключателя двух НЖМД, построенного по такому принципу, показана на **рисунке**. Разъёмы питания НЖМД XS1 и XS2 соединены с блоком питания компьютера через разъём XP1, контакты K1.1 и K1.2 дистанционного переключателя K1. Конденсатор C1 заряжен до напряжения источника +5 В (деж.) через ограничивающий ток зарядки резистор R2. Когда компьютер выключен, основное напряжение +5 В отсутствует, в цепи управления оптоэлектронного реле U1 с нормально замкнутой выходной цепью тока нет. При замыкании подвижного контакта переключателя SA1 с одним из неподвижных контактов конденсатор C1 разряжается через соединённую с этим контактом обмотку дистанционного переключателя. Импульс тока разрядки, проходя через обмотку, переводит контакты переключателя в соответствующее положение, в котором они остаются и после завершения импульса. После отпускания рукоятки переключателя SA1 и зарядки конденсатора C1 переключение можно повторить.

Если компьютер работает, в цепи управления оптореле U1 течёт ток и его выходная цепь разомкнута. В этом случае любые манипуляции с переключателем SA1 не приводят к переключению НЖМД, так как подвижный контакт этого переключателя отключён от конденсатора C1.

Для индикации включённого НЖМД служат два RS-триггера на элементах микросхемы DD1 и два двухцветных светодиода HL1 и HL2. Обратите внимание, что полярность подключения светодиодов к выходам триггеров разная. Поэтому если один из них (соответствующий включённому НЖМД) светится зелёным цветом, то второй (соответствующий выключенному НЖМД) — красным. При желании можно было подключить оба светодиода к выходам одного триггера встречно-последовательно. В этом случае два элемента микросхемы DD1 останутся свободными.

Переключатель НЖМД собран на макетной плате. На ней размещены все элементы, за исключением разъёмов, переключателя SA1 и светодиодов. Разъёмы соединены с платой жгутами проводов длиной 150...200 мм. Желательно, чтобы провода цепи +5 В были красными, +12 В — жёлтыми, а общие — чёрными. Отдельным проводом необходимо соединить цепь +5 В (деж.) с контактом 9 (+5VSB) разъёма питания материнской платы, к которому идёт провод фиолетового цвета.

Переключатель SA1 и светодиоды HL1 и HL2 установлены на заглушке свободного отсека под дисковод типоразмера 3.5" системного блока компьютера. К ней же металлическим уголком прикреплена монтажная плата устройства.

Микросхема К561ЛЕ5 может быть заменена на К1561ЛЕ5, CD4001. Дистанционный переключатель РПС20 (исполнение РС4.521.751) — на аналогичное реле отечественного или зарубежного производства с напряжением переключения не более 4 В, коммутируемым током не менее 2 А. Переключатель SA1 — на три положения с самовозвратом в среднее и коммутируемым током не менее 200 мА. Можно применить и обычный переключатель на два положения, включив последовательно с его подвижным контактом нормально разомкнутую кнопку.

Оптореле 5П14.5А (КР293КП5А) можно заменить на 5П14.9А (КР293КП9А), используя только его нормально замкнутые контакты, или на аналогичные импортные оптореле. Светодиоды — любые двухцветные с двумя выводами. Вместо 1N4007 можно применить диоды любого типа с максимальным допустимым прямым током 300 мА и обратным напряжением не менее 10 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Челевич А.** Второй жёсткий диск — второй компьютер. — Радио, 2012, № 12, с. 24.

2. **Игловский И. Г., Владимиров Г. В.** Справочник по слаботочным электрическим реле. — Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отд., 1990.

3. Отечественные твёрдотельные оптоэлектронные реле. — **<http://www.platan.ru/pdf/ec195.pdf>**.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"ZX Spectrum" на микроконтроллерах AVR

В. ЛИСИЦЫН, г. Рязань

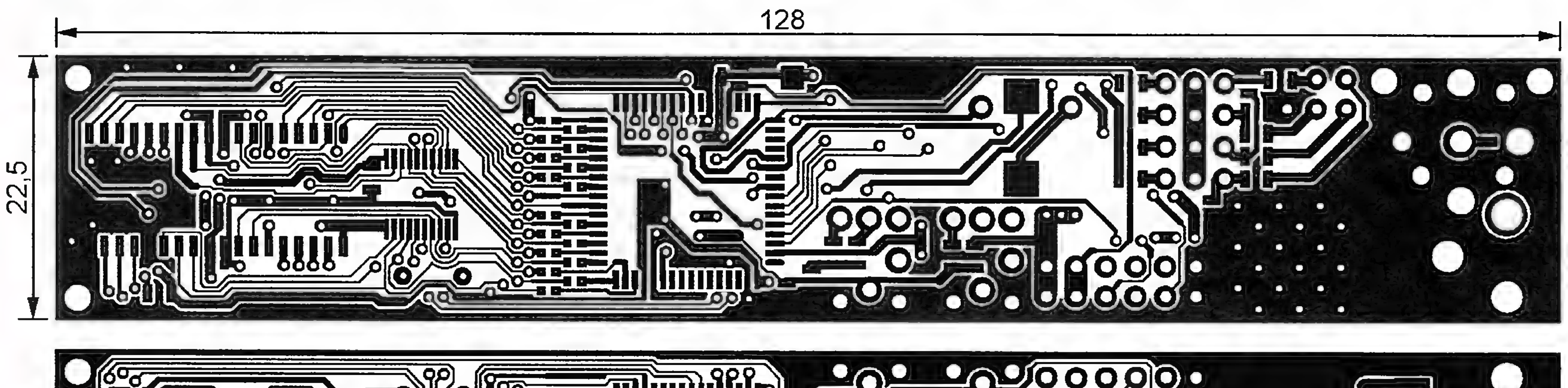
Конструкция и порядок сборки. Устройство собрано на двусторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж печатных проводников которой показан на **рис. 2**, а расположение элементов на обеих её сторонах — на **рис. 3**. Большинство элементов — для поверхностного монтажа. Все отверстия на плате должны быть металлизированными.

Хотя правильно собранное и запрограммированное устройство не нуждается в регулировке и настройке, начиная корректно работать при первом включении, предпочтительно всё же соблюдать определённый порядок его сборки, который позволяет вовремя выявить возможные дефекты (замыкания, некачественную пайку), допускаемые при монтаже.

Прежде всего проверьте подготовленную к монтажу плату на отсутствие обрывов печатных проводников, замыканий между ними, дефектов металлизации отверстий. Установите на плату разъём X4 (гнездо питания 9×11×14 мм диаметром 6,3 мм), интегральный стабилизатор DA1, конденсаторы C4, C5, C7. Подключите к разъёму X4 источник постоянного напряжения 9...12 В. При этом обязательно соблюдайте правильную полярность.

Измерьте вольтметром напряжение на выводах 1 и 3 стабилизатора DA1 относительно его вывода 2. На выводе 1 оно должно соответствовать напряжению источника, а на выводе 3 лежать в пределах 4,8...5,2 В. При невыполнении этих условий найдите и устраните неисправность.

Следующими установите на плату микроконтроллер DD3 (в его FLASH-память должен быть предварительно загружен файл zxkeyboard.hex), перемычку, соединяющую вывод 10 микроконтроллера с общим проводом, кварцевый резонатор ZQ1, конденсаторы C8, C15, C19, резисторы R22, R24, R25. Снова включите питание и проконтролируйте осциллографом наличие на выводе 6 микроконтроллера DD3 импульсов частотой 20 МГц. Они должны быть близкими по форме к прямоугольным и симметричными. При отсутствии осциллографа можно измерить напряжение на выводе 6 вольтметром постоянного тока. Оно должно находиться в пределах 2,5±0,25 В. Проверьте, что такой же сигнал присутствует на контактных площадках для выводов 24 микроконтроллеров DD1 и DD2. При отсутствии тактовых сигналов следует найти и устранить неисправность.



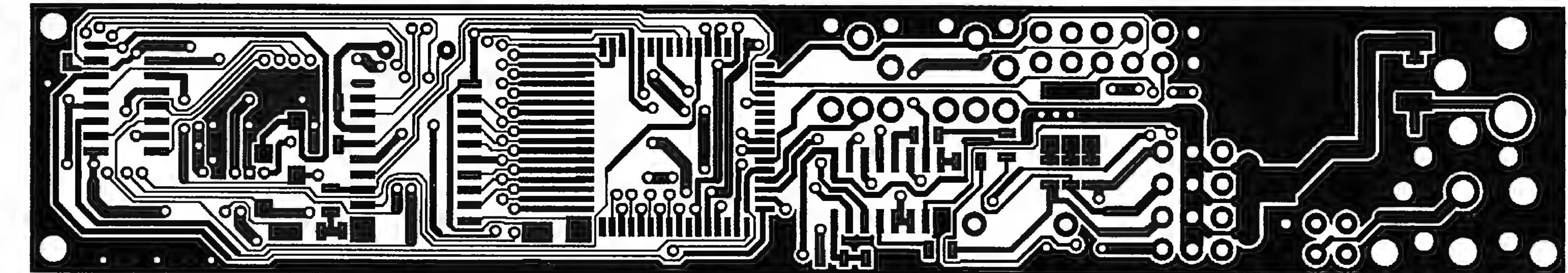


Рис. 2

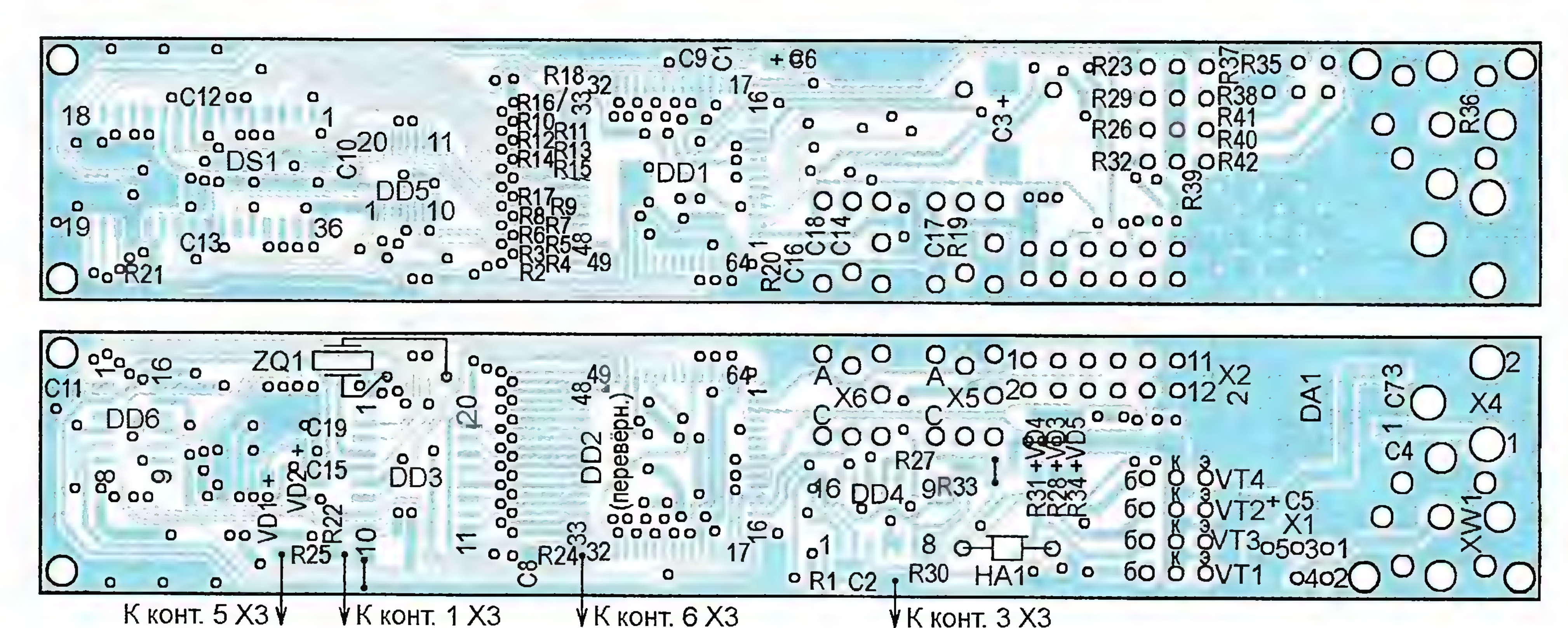


Рис. 3

Установите на печатную плату микроконтроллер DD1, мультиплексор DD4, конденсаторы C1, C6, резисторы R2—R18, R23, R26—R42, диоды VD3—VD5, транзисторы VT1—VT4, разъёмы X1, X2 (штыревые колодки PLD с соответствующим числом контактов), XW1 (гнездо RCA AV1-8.4-19 "тюльпан"). Во FLASH-память микроконтроллера DD1 может быть предварительно загружен файл videocpu.hex. Но если этого не сделано, программирование микроконтроллера можно выполнить и на плате, используя для подключения программатора контакты 2 (+5 В), 4 (RESET), 6 (MISO), 8 (MOSI), 10 (SCK) и 12 (GND) разъёма X2.

Включив питание, проконтролируйте с помощью осциллографа наличие синхросигнала SYNC на выводе 54 микроконтроллера DD1 или на левом по схеме выводе резистора R23. Он должен содержать строчные синхроимпульсы частотой около 15 кГц и кадровые синхроимпульсы частотой около 50 Гц, имея размах приблизительно 4,8 В. Перепады импульсов не должны быть затянутыми.

Проконтролируйте сигнал PIXEL на выводе 1 мультиплексора DD4 и сигналы R, G, B на его выводах 12, 4 и 9. Они тоже должны быть размахом 4,8 В и с крутыми перепадами. Проверьте видеосигнал на центральном

```
.ORG 0X8000

; КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ZX SPECTRUM 48 К
;.INCLUDE "ZX_SPECTRUM_48.inc"
; КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ZX SPECTRUM 48 К,
; ВЕРСИЯ ПРОШИВКИ 2006 Г.
;.INCLUDE "ZX_SPECTRUM_48_2006.inc"
; МОДЕЛЬ ZX SPECTRUM 128 К
;.INCLUDE "ZX_SPECTRUM_128.inc"
; МОДЕЛЬ PENTAGON 128 К
.INCLUDE "PENTAGON_128.inc"
; МОДЕЛЬ ZX SPECTRUM +2 (128 К)
;.INCLUDE "ZX_SPECTRUM_PLUS2.inc"
; МОДЕЛЬ ZX SPECTRUM +3 (128 К)
;.INCLUDE "ZX_SPECTRUM_PLUS3_HIGH.inc"
```

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2013, № 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38
РАДИО № 8, 2013

контакте разъёма XW1. Он должен иметь крутые перепады, ярко выраженные градации уровня и чёткие импульсы строчной и кадровой синхронизации. При невыполнении хотя бы одного из описанных условий найдите и устраните неисправность.

Соедините разъём XW1 с видеовходом монитора. На его экране должны появиться чётко выраженные границы прямоугольного видеополя (без разбивки на знакоместа) и бордюр. Синхронизация по строкам и кадрам должна быть устойчивой, а градации серого цвета хорошо различаться. Может наблюдаться мерцание отдельных участков изображения с периодом около 0,25 с. Если имеется цветной монитор с входами R, G, B и SYNC, его можно подключить к разъёму X1, используя в качестве синхронизирующего сигнал, подаваемый по цепи OUTY, и наблюдать цветное изображение. При невыполнении описанных условий необходимо найти и устранить неисправность.

Установите на плату микросхему памяти DS1, регистр DD5, мультиплексор DD6, конденсаторы C10—C13, резистор R21, диоды VD1, VD2. Выводы 3, 6, 10, 13 мультиплексора DD6 соедините с общим проводом. После включения питания на экране присоединённого к разъёму XW1 монитора должно появиться изображение, отличающееся от предыдущего разбивкой видеополя на знакоместа. Цвета "бумаги" и "чернил" должны отображаться неизменными в пределах каждого знакоместа оттенками серого цвета. Допускается мерцание знакомест с периодом 0,25 с. Убедившись, что изображение соответствует описанному, либо найдя и устранив неисправности, следует отключить от общего провода выводы 3, 6, 10, 13 мультиплексора DD6.

Микроконтроллер DD2, как и DD1, можно монтировать на печатную плату уже запрограммированным. Коды из файла spectrum.hex должны быть записаны в его FLASH-память, а из файла DAA_TABLE.hex — в EEPROM. Однако запрограммировать его можно и на плате, используя на этот раз контакты 1 (+5 В), 3 (RESET), 5 (MISO), 7 (MOSI), 9 (SCK) и 11 (GND) разъёма X2.

Устройство может эмулировать работу компьютеров "ZX Spectrum" различных моделей. Представленный в приложении файл spectrum.hex обеспечивает эмуляцию модели "ZX Spectrum Pentagon" с памятью 128 Кбайт. Чтобы перейти к другой модели, необходимо открыть в среде AVRStudio 4.1 проект Spectrum.aps (имеется в приложении к статье) и в файл исходного текста Spectrum.asm внести изменения. В этом файле нужно найти фрагмент, следующий за указателем адреса .ORG 0X8000 и приведённый в **таблице**. В нём только одна из строк .INCLUDE (в данном случае относящаяся к версии "ZX Spectrum Pentagon") раскомментирована, перед другими стоят символы "точка с запятой". Чтобы перейти к другой версии, эту строку нужно закомментировать, поставив в её начале точку с запятой, и раскомментировать подобную строку, относящуюся к нужной версии. В результате компиляции программы с внесённым изменением будет получен загрузочный файл Spectrum.hex, коды из которого и следует загрузить во FLASH-память микроконтроллера DD2.

В связи с тем что многие одноименные выводы микроконтроллеров DD1 и DD2, согласно схеме, должны быть соединены между собой, оказалось целесообразным для уменьшения длины печатных проводников и упрощения их трассировки монтировать микроконтроллер DD2 на плату в перевёрнутом положении. Для этого необходимо перед монтажом переформировать его выводы, изогнув их в противоположную сторону. Вслед за микроконтроллером DD1 установите на плату оставшиеся элементы.

После подключения монитора и включения питания на экране должно появиться изображение, характеризующее версию эмулируемого компьютера "ZX Spectrum". В версиях с объёмом памяти 48 Кбайт — сообщение в нижней строке экрана "@ 1982 Sinclair Research LTD", в версиях с объёмом памяти 128 Кбайт и Pentagon выводится соответствующее меню. При невыполнении этого условия необходимо отыскать и устранить неисправность.

Отключите источник питания от разъёма X4 устройства и отстыкуйте от разъёма XW1 кабель монитора устройства. Подключите к плате разъём X3 (MDN-6F) и пристыкуйте к нему кабель стандартной клавиатуры IBM AT с интерфейсом PS/2. Если предполагается разместить плату устройства внутри корпуса клавиатуры (такой вариант конструкции показан на **рис. 4**), её можно соединить непосредственно с платой имеющегося там контроллера, не устанавливая разъём X3. В кабеле клавиатуры цепь KEYDAT обычно выполнена проводом в изоляции белого цвета, цепь KEYCLK — зелёного, цепь питания (+5 В) — красного, а общий провод обычно жёлтый.

Рис. 4

В клавиатуре IBM PC задействованными по своему назначению оказываются клавиши 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, Q,W, E, R, T, Y, U, I, O, P, A, S, D, F, G, H, J, K, L, Z, X, C, V, B, N, M, Enter, Up, Down, Left, Right, Space, F1—F7, Del, запятая. Левая клавиша Shift функционально соответствует Caps Shift, а правая — Symbol Shift. Действуют также клавиши 0—9, Enter дополнительной клавиатуры.

Клавиши желательно снабдить накладками из самоклеющейся бумаги, отображающими их назначение в компьютере "ZX Spectrum". Графический файл с образцами таких накладок приложен к статье.

Соединив разъём XW1 с видеовходом монитора и включив питание, наблюдайте на мониторе изображение, характеризующее инициализацию программ микроконтроллеров и устойчивый старт установленной версии базовой программы "ZX Spectrum". Войдите в режим загрузки программы с магнитофона, подключите выход магнитофона или другого источника аудиосигнала к гнезду X5 устройства с помощью стандартного аудиокабеля и загрузите какую-либо тестовую или игровую программу. Проконтролируйте правильность выполнения тестов или корректность работы загруженной программы.

На этом налаживание устройства можно считать завершённым.

***От редакции**. Программы микроконтроллеров, файлы печатной платы в формате P-CAD, а также образцы наклеек на клавиши имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/zxspectr.zip** на нашем FTP-сервере.*

РАДИО®

ИЗМЕРЕНИЯ

тел. 608-83-05

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Замена микросхемы 74АС132 в измерителе ЭПС

С. ГЛИБИН, г. Москва

Некоторые читатели, которых заинтересовала статья "Измеритель ЭПС — приставка к мультиметру" ("Радио", 2011, № 8, с. 19, 20), столкнулись со сложностью в приобретении микросхемы 74АС132 или её аналогов. Действительно, эта микросхема, состоящая из четырёх двухвходовых триггеров Шмитта, оказалась не только сравнительно дефицитной, но и дороже по сравнению с другими, имеющими в своём составе шесть одновходовых инвертирующих триггеров Шмитта, например 74АС14N. Измеритель ЭПС был доработан под эту микросхему и её аналоги различных производителей.

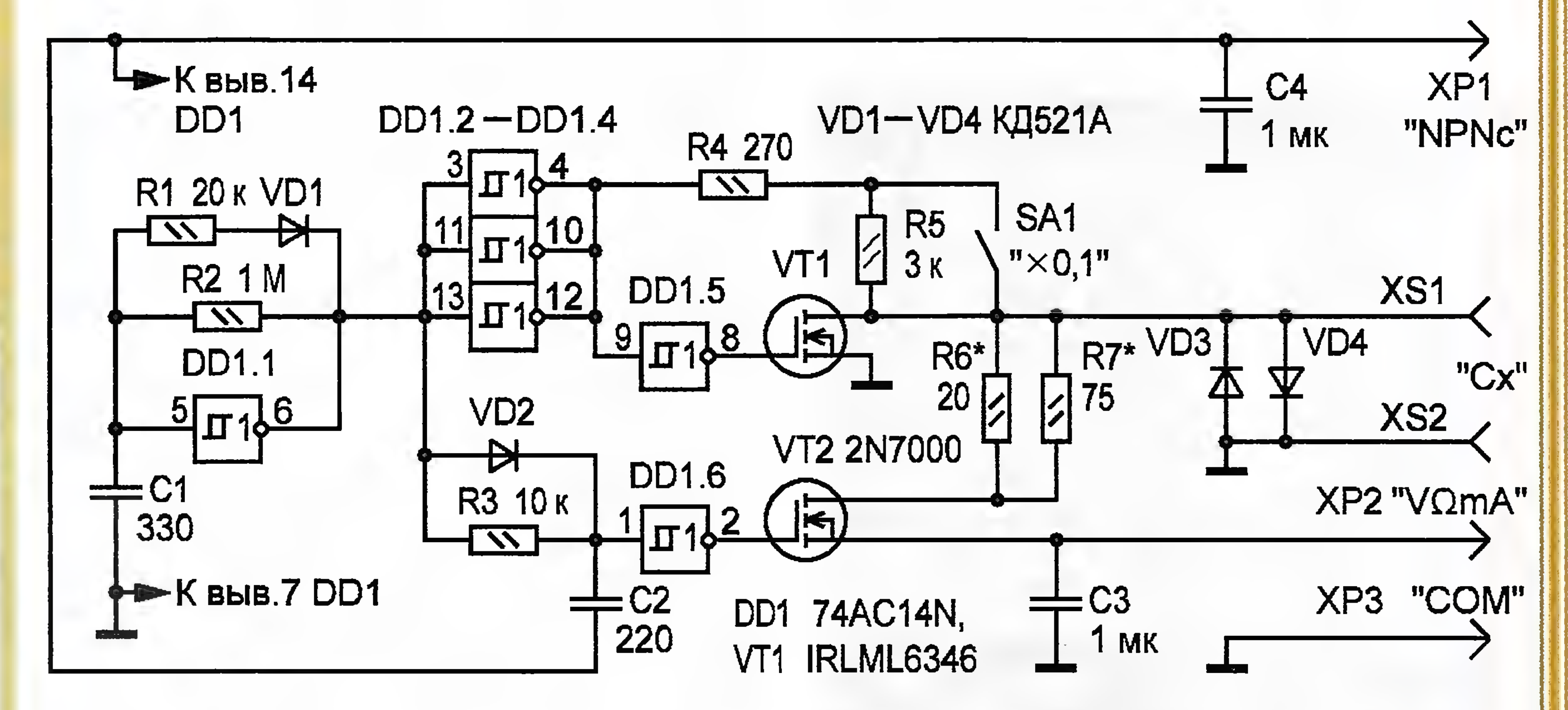
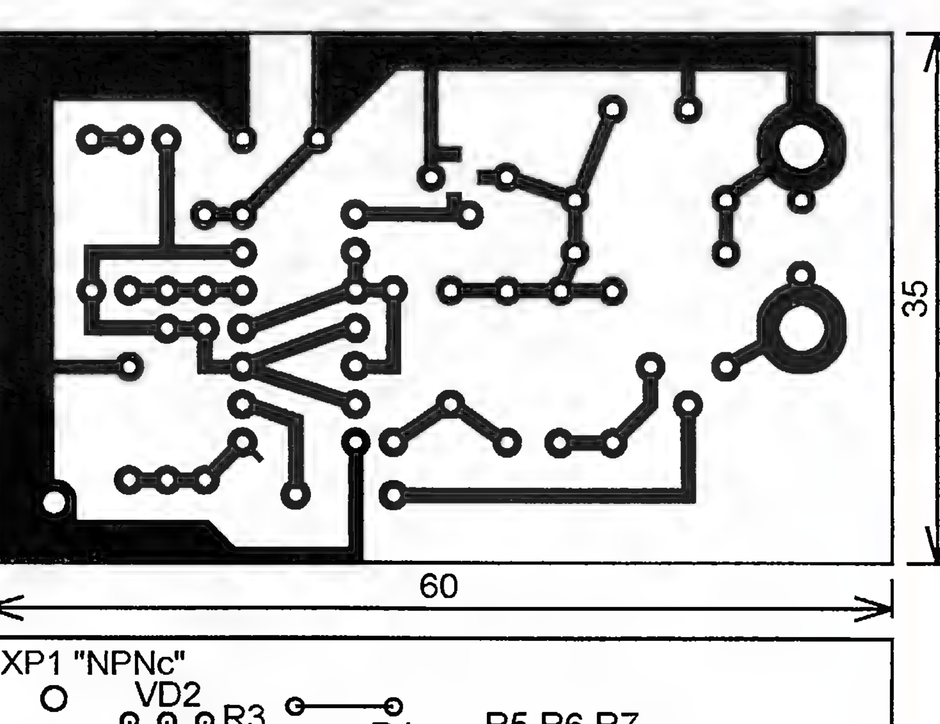


Рис. 1

Доработанная схема измерителя ЭПС приведена на **рис. 1**, а чертёж печатной платы с расположением элементов — на **рис. 2**. Изменениям подверглись только узлы измерителя, связанные с применением микросхемы, содержащей инвертирующие триггеры Шмитта. Так, изменена полярность включения диода VD1 для инвертирования импульсов генератора длительностью t_r. На выходах триггеров DD1.2—DD1.4, выполняющих функцию буфера, импульсы принимают прежний вид. В цепи R3C2 для формирования импульсов измерения длительностью $t_{изм}$ на выходе триггера DD1.6 из-за отсутствия у него второго входа параллельно резистору R3 подключён дополнительный диод VD2. Нижний по схеме вывод конденсатора C2 соединён с плюсовой линией питания для упрощения разводки печатной платы.



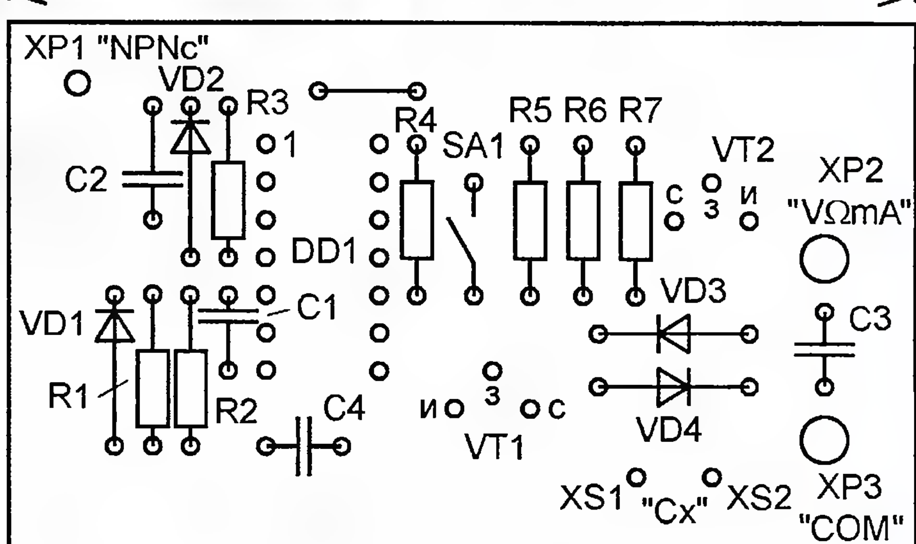


Рис. 2

Триггеры DD1.2—DD1.4, нагруженные резистором R4 (270 Ом) в положении "×0,1" переключателя SA1, включены параллельно, что позволяет применить микросхему DD1 из серии 74НС с меньшей, чем у серии 74АС, нагрузочной способностью. Поэтому вместо указанной на схеме можно применить не только 74АС14РС, SN74AC14N, MC74AC14N, но и 74HC14N, MM74HC14N, SN74HC14N, а также отечественную КР1554ТЛ2. Резисторы R6 и R7 теперь включены параллельно, что, по справедливому мнению читателей, облегчает налаживание, поскольку для этого не требуются резисторы с сопротивлением в единицы ом, не всегда имеющиеся под рукой. При распайке транзистор IRLML6346 (VT1) для поверхностного монтажа следует установить верхней стороной корпуса (на которой указан его тип) к плате.

Синхронный выпрямитель

В. КАЛАШНИК, г. Воронеж

Падение напряжения на диодах выпрямителя не позволяет увеличить его КПД выше некоторого предела. Шунтированием или заменой каждого диода электронным ключом можно превзойти этот предел. Однако из-за сложности узла управления электронными ключами синхронные выпрямители нашли применение лишь в профессиональной аппаратуре электропитания. В предлагаемой статье описана несложная конструкция синхронного выпрямителя, доступная для повторения в радиолюбительских условиях.

Одна из важнейших задач, стоящих перед конструкторами современных блоков питания, — достижение высокого КПД. Обычно выпрямители выполняют на кремниевых диодах или диодах Шотки, реже — на германиевых диодах. Типовое падение напряжения на кремниевых диодах — 1 В, на германиевых и диодах Шотки — около 0,5 В.

Существенно меньше потери энергии в синхронных выпрямителях на мощных ключевых полевых транзисторах, где диоды заменены полевыми транзисторами. Сопротивление открытого канала современных полевых транзисторов снижено до единиц миллиом. Это позволяет на порядок уменьшить падение напряжения и, соответственно, тепловыделение. Но применение полевых транзисторов в выпрямителях имеет ряд особенностей. Первая — наличие в полевом транзисторе внутреннего диода. Если на полевой транзистор подать напряжение обратной полярности, то откроется внутренний диод. При синхронной подаче на затвор транзистора относительно истока напряжения открывающей полярности достаточной величины открывается канал полевого транзистора, подключённый параллельно этому диоду. Так как сопротивление канала открытого полевого транзистора значительно меньше сопротивления открытого диода, практически весь ток потечёт по каналу. Другая особенность полевого транзистора — задержка включения и выключения, обусловленная наличием ёмкостей затвор—исток и затвор—сток. Эти ёмкости сильно зависят от напряжения. Они велики при малом напряжении и уменьшаются при его увеличении. Чтобы гарантированно открыть транзистор, необходимо зарядить входную ёмкость до 10...12 В. Этот процесс затрудняет эффект Миллера, увеличивающий эквивалентную входную ёмкость. Подробнее об особенностях мощных полевых ключевых транзисторов можно прочитать в книге Б. Ю. Семёнова "Силовая электроника: от простого к сложному" (М.: "СОЛОН-Пресс", 2005).

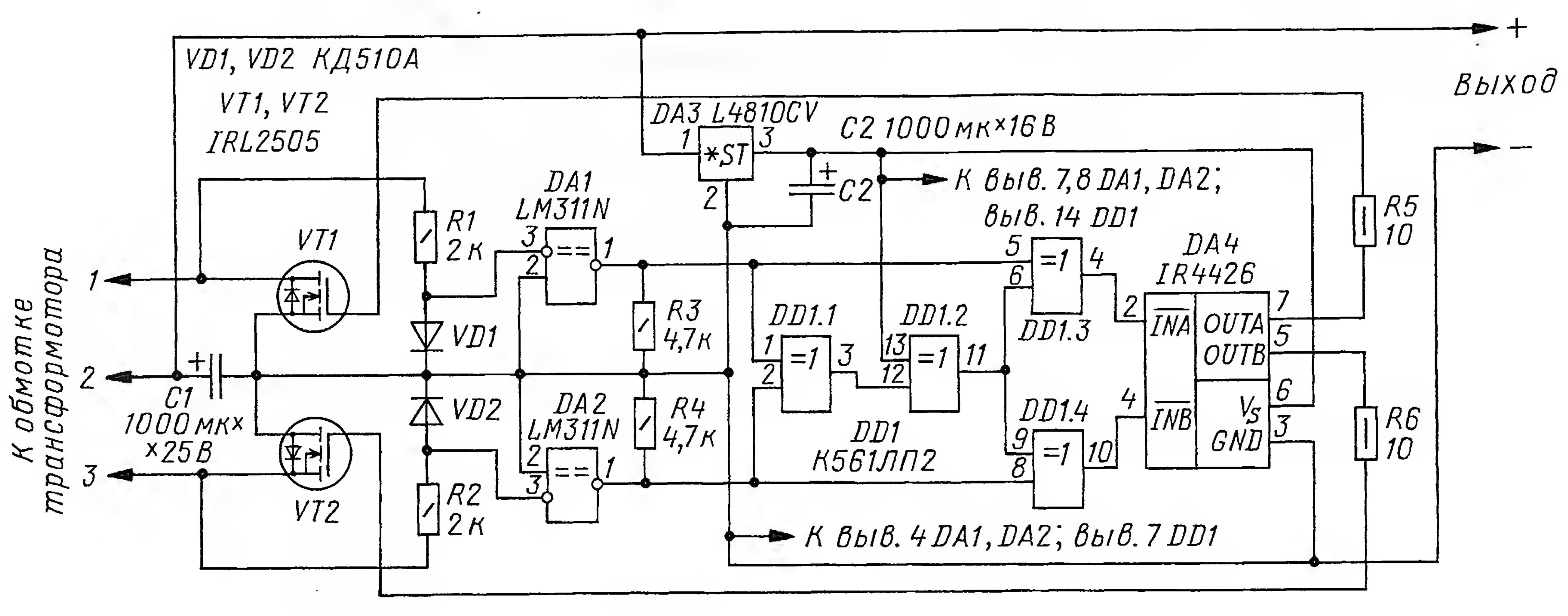


Рис. 1

На **рис. 1** показана схема двухполупериодного синхронного выпрямителя, предназначенного для выпрямления прямоугольного и синусоидального напряжения. Выпрямитель подключают ко вторичной обмотке трансформатора с отводом от середины. Выводы 1 и 3 — к началу и концу обмотки в произвольном порядке, вывод 2 — к отводу обмотки. Для выпрямления используются транзисторы VT1 и VT2 с внутренними диодами. Конденсатор C1 — сглаживающий.

Узел формирования управляющих импульсов, подаваемых на затворы транзисторов, собран на микросхемах DA1, DA2, DD1, DA4, диодах VD1, VD2 и резисторах R1—R6. Этот узел получает напряжение питания 10 В от стабилизатора напряжения на микросхеме DA3.

Если управляющие импульсы на затворы транзисторов не поступают, например, если узел формирования импульсов отключён, выпрямитель работает как обычный (асинхронный) на внутренних диодах транзисторов. Принцип формирования управляющего импульса на затворе транзистора: напряжение импульса должно открывать канал транзистора, когда напряжение на катоде внутреннего диода меньше, чем напряжение на его аноде, который соединён с общим проводом — минусом выходного напряжения. То есть, когда напряжение на катоде минусовой полярности, на затвор транзистора относительно его истока должно подаваться открывающее напряжение плюсовой полярности. В остальное время напряжение между затвором и истоком должно быть равно нулю, чтобы транзистор был закрыт. Очень важно, что открывающие импульсы не должны перекрываться во времени, чтобы оба транзистора не были открыты одновременно.

Узел формирования импульсов работает так. Напряжение на стоках транзисторов отслеживают компараторы DA1 и DA2. На микросхеме DD1 собран узел, исключающий перекрытие открывающих импульсов. Инверторы микросхемы DA4 обеспечивают выходной ток до 1,5 А, который быстро заряжает входную ёмкость транзисторов несмотря даже на мешающее действие эффекта Миллера.

Пусть на стоке транзистора VT1 действует положительная полуволна напряжения. Напряжение +0,7 В с диода VD1 подаётся на инвертирующий вход компаратора DA1 относительно его неинвертирующего входа, в результате чего на выходе DA1 появляется высокий уровень. Это приводит к появлению на выводе 2 драйвера DA4 высокого уровня напряжения, а следовательно, на выходе его будет низкий уровень напряжения. Транзистор VT1 закрыт. Пусть на стоке VT1 действует отрицательная полуволна напряжения, открывающая его внутренний диод. На неинвертирующем входе компаратора DA1

напряжение больше, чем на инвертирующем, в результате чего на выходе компаратора будет напряжение низкого уровня. Это приведёт к появлению на выводе 2 драйвера DA4 низкого уровня, а на выходе — высокого уровня напряжения. Транзистор VT1 открывается и шунтирует свой внутренний диод, в результате чего снижаются потери энергии на выпрямление. Управление транзистором VT2 осуществляется аналогично.

На микросхеме DD1 выполнен узел контроля правильной работы выпрямителя. Она содержит четыре логических элемента "исключающее ИЛИ". Дело в том, что в момент перехода синусоидального напряжения через нуль на выходах компараторов DA1 и элемента DD1.3 и выводе 9 элемента DD1.4 — высокий уровень напряжения, и они также будут работать как инверторы. В результате на обоих входах драйвера DA4 высокий уровень напряжения, на затворах обоих транзисторов VT1 и VT2 низкий уровень, поэтому они закрыты. Сквозного тока через них не будет. В случае противофазных сигналов на выходах компараторов и соответственно на входах DD1.1 на выводе 3 DD1.1 будет действовать высокий уровень напряжения. После инверсии в логическом элементе DD1.2 низкий уровень напряжения переводит логические элементы DD1.3 и DD1.4 в повторители сигналов. Поэтому сигналы с выходов компараторов DA1 и DA2 пройдут без изменения **рис. 2**. На ней установлены все детали, кроме сглаживающего конденсатора C1. Если транзисторы VT1 и VT2 сильно разогреваются, их устанавливают на теплоотводы. Для их размещения на плате предусмотрено место.

Автор использует синхронный выпрямитель для выпрямления напряжения с вторичной обмотки электронного трансформатора Feron ET105. Вторичная обмотка намотана в нём двумя проводами, что облегчило задачу по выполнению отвода от её середины. Чтобы уменьшить пульсации напряжения с удвоенной частотой сети, на выходе выпрямительного моста внутри электронного трансформатора установлен сглаживающий оксидный конденсатор ёмкостью 10 мкФ и номи-

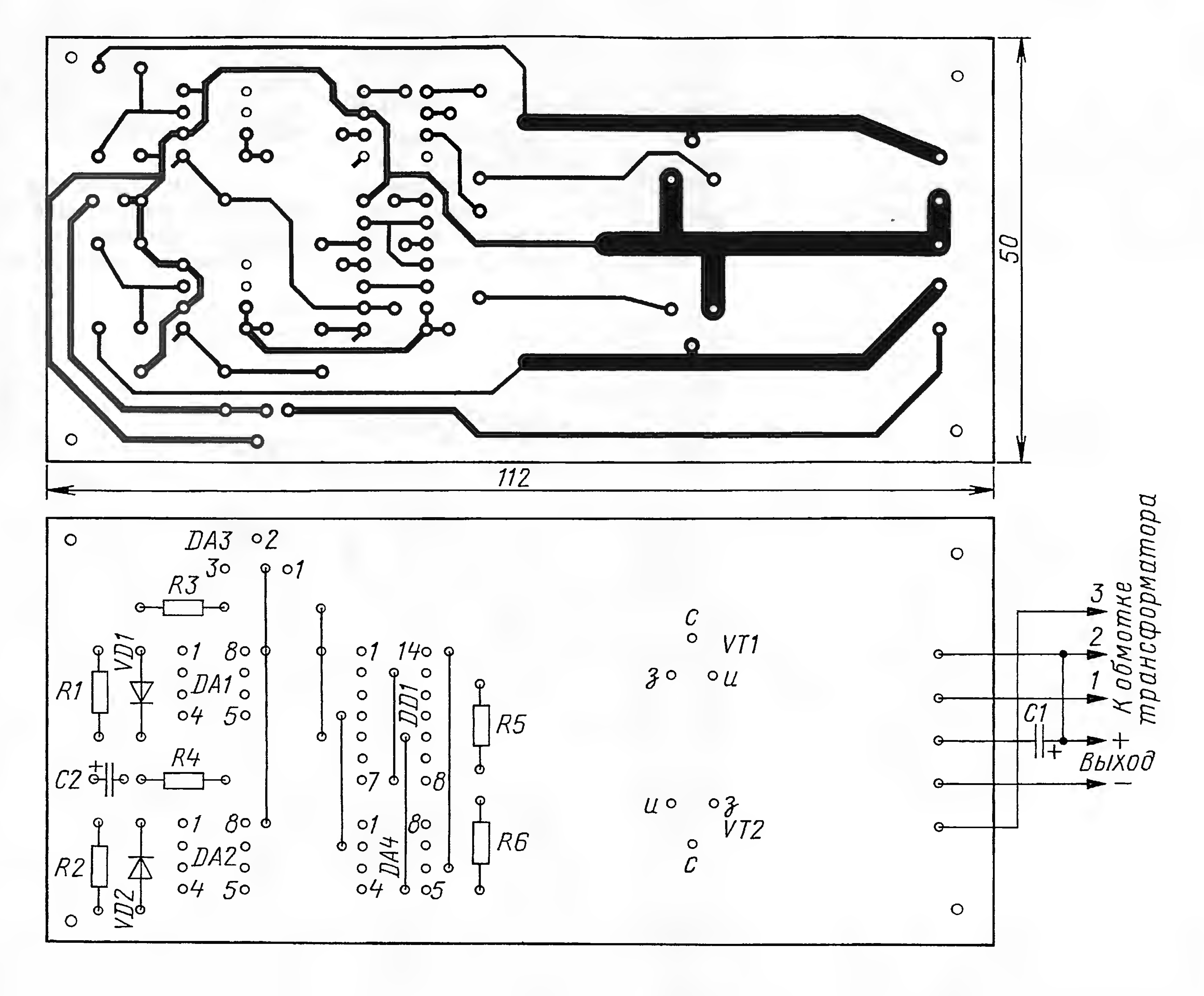


Рис. 2

DA2 будут присутствовать одновременно низкие уровни напряжения. Если бы эти выходы были бы соединены со входами микросхемы DA4, это привело бы к одновременному открытию обоих транзисторов VT1 и VT2, что недопустимо из-за сквозного тока через них. Поэтому между выходами компараторов DA1 и DA2 и входами микросхемы DA4 включён узел на микросхеме DD1. Рассмотрим его работу. Пусть на выходах обоих компараторов присутствуют низкие уровни напряжения. Такому сочетанию входных сигналов на входе элемента DD1.1 соответствует низкий уровень напряжения на его выходе. На элементе DD1.2 выполнен инвертор, для чего на вывод 13 подано напряжение питания (высокий уровень). Таким образом, на выводе 6 на выходы драйвера DA1. Один из транзисторов будет открыт, другой закрыт.

Стабилизированное напряжение питания 10 В вырабатывает микросхема L4810CV (DA3), имеющая защиту от перегрузки по выходному току на уровне 1,5 А и узел автоматического отключения при росте температуры выше предельно допустимого значения. Эта микросхема сохраняет режим стабилизации напряжения при уменьшении разности напряжения между входом и выходом вплоть до 0,5 В. Она получает питание от выходного напряжения выпрямителя.

Синхронный выпрямитель собран на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на нальным напряжением 400 В. Частота выходного напряжения трансформатора — около 45 кГц. Для этих трансформаторов лимитируется минимальная мощность, что необходимо учесть для обеспечения надёжной работы. Синхронный выпрямитель позволяет с этого электронного трансформатора получить выходное напряжение 12 В при токе нагрузки 9 А.

Сглаживающий конденсатор C1 указанной на схеме ёмкости используется для выпрямления напряжения частотой 45 кГц. Разумеется, синхронный выпрямитель можно применить и для выпрямления напряжения частотой 50 Гц, рассчитав ёмкость сглаживающего конденсатора так же, как и для обычного (асинхронного) двухполупериодного выпрямителя.

Модернизация ЗУ Nokia ACP-7E

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Малогабаритное зарядное устройство (ЗУ) Nokia ACP-7E предназначено для зарядки встроенных в мобильные телефоны аккумуляторных батарей и представляет собой линейный блок питания с выходным нестабилизированным пульсирующим напряжением 9 В. Устройство содержит миниатюрный понижающий трансформатор, диодный выпрямительный мост и полимерный самовосстанавливающийся предохранитель. В отличие от распространённых сегодня импульсных устройств, такой источник не создаёт помех для радио- и телеприёма, что позволяет слушать передачи радиостанций и смотреть телепередачи во время питания мобильных устройств от внешнего источника энергии.

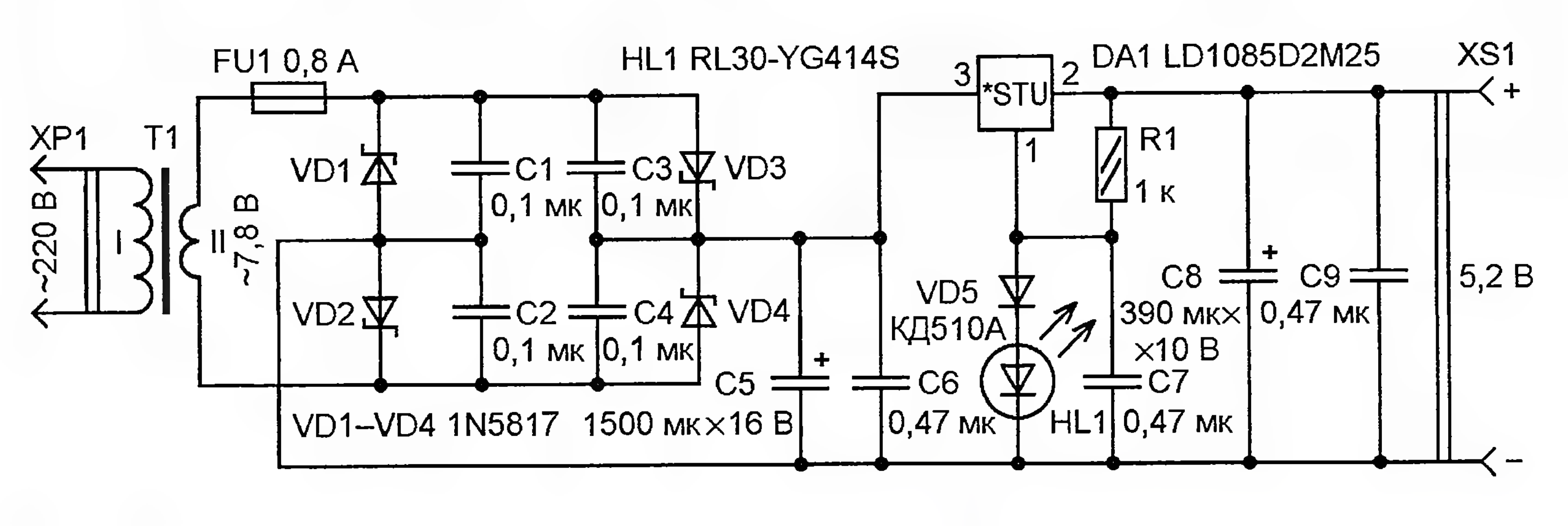


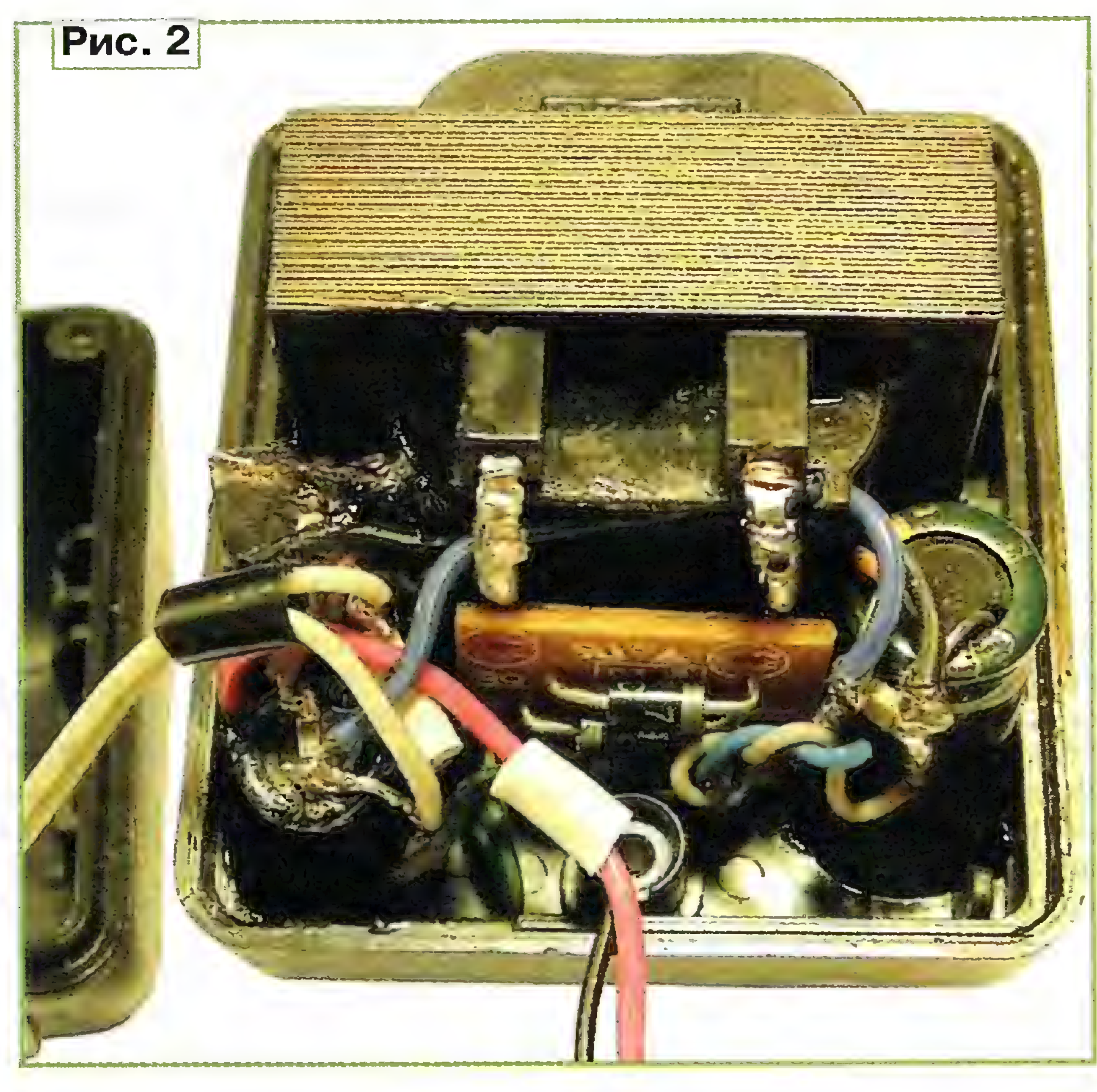
Рис. 1

К сожалению, выходное напряжение ЗУ Nokia ACP-7E не подходит для питания современных мобильных устройств — для них оно должно быть около 5 В. Не подходит и разъём питания, которым укомплектовано это устройство. Поэтому имеющееся у автора ЗУ было модернизировано, чтобы иметь возможность подключать его к современным карманным мультимедийным аппаратам.

Схема модернизированного ЗУ показана на **рис. 1**. Переменное напряжение на вторичной обмотке переделанного трансформатора T1 понижено до 7,8 В, диоды 1N4001 выпрямительного моста VD1—VD4 заменены диодами Шотки 1N5817. Для снижения мультипликативных помех каждый из них шунтирован керамическим конденсатором (C1—C4). Для того чтобы к этому ЗУ можно было подключать современные аппараты, в его состав введён стабилизатор напряжения на микросхеме LD1085D2M25 (DA1). Она представляет собой линейный стабилизатор напряжения положительной полярности с малым минимальным напряжением между входом и выходом. Её выходное напряжение — 2,5 В, максимальное входное напряжение — 30 В, максимальный ток нагрузки — 3 А. Для повышения выходного напряжения до указанного на схеме значения в цепь вывода 1 микросхемы, который в типовой схеме включения должен быть соединён с общим проводом, включены кремниевый диод VD5 и светодиод HL1. Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, конденсаторы C6—C9 — блокировочные.

Модернизированное ЗУ обеспечивает стабилизированное выходное напряжение около 5,2 В при токе нагрузки до 0,3 А. Такого тока обычно достаточно для питания мобильных мультимедийных устройств, оснащённых аккумуляторными батареями ёмкостью до 600 мА·ч. В отсутствие нагрузки ЗУ потребляет ток около 4 мА при напряжении сети 220 В.

Рис. 2



Вид на монтаж доработанного ЗУ показан на **рис. 2**. Доработка трансформатора T1 сводится к отматыванию провода вторичной обмотки (эту операцию можно выполнить, не разбирая магнитопровод) до получения на её выводах на холостом ходу напряжения 7,8 В. Диоды 1N5817 установлены на штатной печатной плате. Их можно заменить диодами 1N5818, 1N5819, SK22—SK24, SB120—SB140. Вместо КД510А подойдёт любой из серий КД521, КД522, а также импортные 1N914, 1N4148, 1SS244. Светодиод RL30-YG414S заменим на RL30-RD314S, RL31-YG414S, RL36-YG414S или другой аналогичный непрерывного свечения с прямым напряжением 2...2,2 В. Конденсаторы C5, C8 — оксидные импортные, остальные — керамические малогабаритные: C1—C4 припаяны непосредственно к выводам диодов на стороне печатных проводников, C6, C9 — к выводам оксидных конденсаторов. Оксидные конденсаторы и светодиод приклеены к корпусу клеем "Квинтол".

Стабилизатор напряжения LD1085D2M25 припаян к латунному теплоотводу размерами 25×12×1 мм, который затем приклеен к корпусу тем же клеем. Вместо этой микросхемы можно применить LD1085V25, LD1085D2T25 или (с изменением схемы включения) LD1085V50, LD1085D2T50, LD1085D2M50 (выходное напряжение последних равно 5 В, поэтому элементы VD5, HL1, R1, C7 необходимо исключить, а вывод 1 стабилизатора DA1 соединить с минусовой линией питания).

К выходу стабилизатора напряжения подключены два кабеля, на концах которых установлены разъёмы microUSB и miniUSB (первый стал стандартным для мобильных телефонов, а второй обычно используется для питания и связи с компьютером в MP-3 плейерах и других аналогичных устройствах).

При повторении такого ЗУ, так сказать, с "чистого листа", в качестве понижающего трансформатора T1 можно применить ТП-112-1. Размеры теплоотвода микросхемы стабилизатора в этом случае целесообразно увеличить. Самовосстанавливающийся предохранитель — MF-R075, MF-R090, LP60-075 или другой, номинальный рабочий ток которого равен или чуть больше номинального рабочего тока вторичной обмотки применённого понижающего трансформатора.

При эксплуатации ЗУ следует учитывать, что некоторые мобильные мультимедийные аппараты с питанием от USB-порта компьютера могут потреблять ток более 1,5 А. Микросхемы серии LD1085 способны работать с таким током нагрузки, но для увеличения мощности ЗУ потребуется применить ещё и более мощный понижающий трансформатор (например, ТП-114-1), установить выпрямительные диоды с соответствующим значением прямого тока (например, 1N5822) и снабдить микросхему стабилизатора напряжения более эффективным теплоотводом.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Разработки бельгийских радиолюбителей

Дополнительный дискретный вход в микроконтроллере ATtiny13. Известен способ получить в микроконтроллерах семейства AVR с малым числом выводов, подобных ATtiny13, ATtiny45, ещё один дискретный вход—выход вместо входа начальной установки. Для этого программируют разряд конфигурации RSTDISBL, но привычное низковольтное программирование памяти микроконтроллера после этого становится недоступным. Однако существует возможность получить дополнительный дискретный вход другим способом, сконфигурировав вход начальной установки как аналоговый вход ADC0 и определяя логический уровень подаваемого на него сигнала по результату работы встроенного в микроконтроллер АЦП. Функции входа RST в режиме программирования при этом сохраняются полностью.

Рис. 1

Пример реализации такой возможности показан на **рис. 1 (http://prosje.be/Projects/RST-pinAlsIngang.png)**. Нажатой кнопке SB1 соответствует напряжение 3,8 В на выводе 1 микроконтроллера АЦП, а отпущенной — 5 В. По адресу **http://prosje.be/Projects/ResetPinAlsIngang.c.html** имеется простая программа на языке С, при работе которой светодиод HL1 включают и выключают с помощью кнопки SB1.

Подключение датчика влажности к микроконтроллеру (рис. 2, http://prosje.be/Projects/VochtMeter.png). Датчик влажности B1 изменяет своё сопротивление в зависимости от насыщенности воздуха водяным паром. Но чтобы предотвратить электрохимические процессы, приводящие к повреждению электродов датчика, на него следует подавать знакопеременное напряжение. В рассматриваемом устройстве это достигается следующим образом. На первом шаге микроконтроллер конфигурирует линию PB3 как выход и устанавливает на нём высокий логический уровень, а линию PB4 — как вход встроенного АЦП и измеряет напряжение на выходе делителя, образованного сопротивлением датчика B1 и резистором R2. На втором шаге функции линий PB3 и PB4 взаимно меняются, за счёт чего полярность приложенного к датчику напряжения становится противоположной. Напряжение измеряется на резисторе R1. Далее описанные шаги поочерёдно повторяются. По результатам измерений микроконтроллер вычисляет относительную влажность воздуха и пропорционально ей изменяет коэффициент заполнения импульсов на выходе PB0. Выделенная фильтром R4C2 постоянная составляющая этих импульсов пропорциональна влажности. По адресу **http://prosje.be/Projects/VochtMeter.c.html** имеется программа на языке С, реализующая описанный алгоритм.

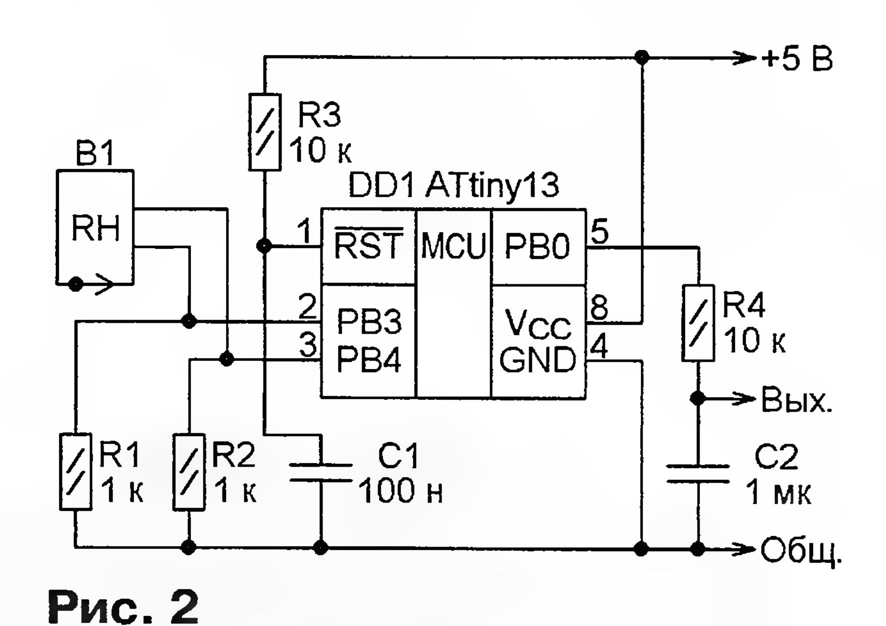


Рис. 2

Ёмкостный датчик присутствия (рис. 3, http://prosje.be/Projects/CapacitieveSensorII.png). Датчик E1 представляет собой лист алюминиевой фольги, наклеенный на плотную бумагу и размещённый под ковром. Вместе с триггером Шмитта DD1 и катушкой индуктивности L1 датчик образует автогенератор, частота колебаний которого зависит от ёмкости датчика относительно общего провода устройства.

Рис. 3

В авторской конструкции начальное значение этой ёмкости около 28 пФ. Приближение руки человека на расстояние 1 см увеличивает её приблизительно до 40 пФ, что соответствует уменьшению исходной частоты колебаний (около 1 МГц) на 20 %. Обнаружив уменьшение частоты, микроконтроллер формирует сигнал тревоги.

Усовершенствование симисторного регулятора мощности (рис. 4, http://prosje.be/Projects/Dimmer-InuctieveLast.png). Симисторные регуляторы мощности, выполненные по обычной схеме с симметричным динистором в цепи управляющего электрода и без резисторов R1, R2 и диодов VD1—VD4, имеют существенный недостаток. Он проявляется как гистерезис в характеристике регулирования. При большом начальном сопротивлении переменного резистора R3 и его уменьшении напряжение на нагрузке появляется скачком и сразу с уровнем, соответствующим почти половинной мощности, хотя после этого мощность можно уменьшить, увеличивая сопротивление резистора R3.

Дело в том, что если ток зарядки конденсатора C1 слишком мал и в течение одного полупериода сетевого напряжения конденсатор не успевает зарядиться до уровня открывания симметричного динистора VS1, то к началу следующего полупериода (противоположной полярности) он остаётся заряженным и ситуация усугубляется. Чтобы открыть динистор, конденсатор теперь нужно сначала разрядить до нуля током, текущим через резистор R3, а затем зарядить его до порогового напряжения противоположной полярности. Чтобы устранить этот эффект и сделать регулирование плавным, достаточно предусмотреть диодно-резисторные цепи R1, VD1, VD3 и R2, VD2, VD4, принудительно разряжающие конденсатор C1 в начале каждого полупериода.

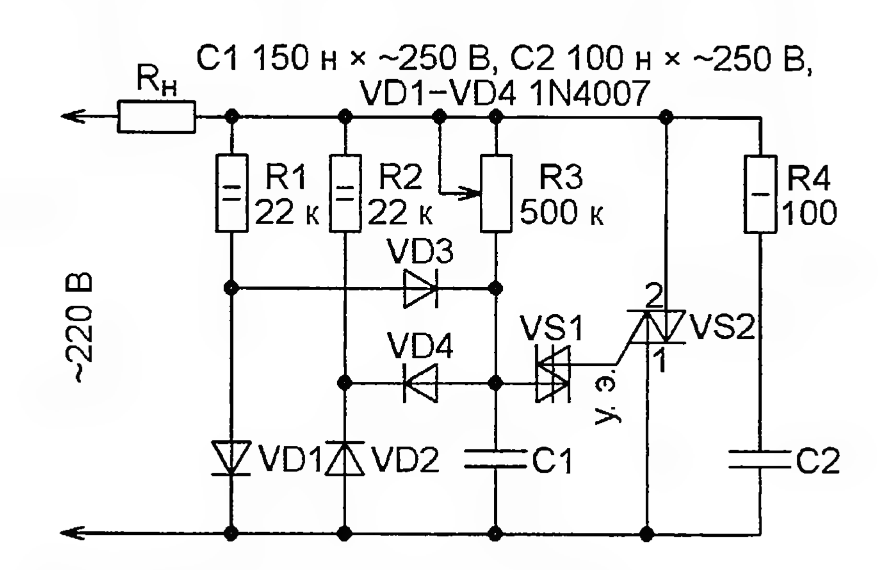


Рис. 4

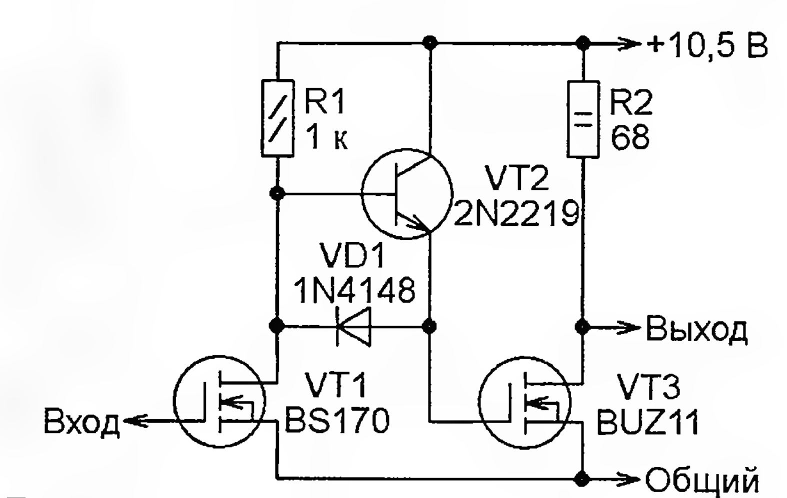


Рис. 5

Увеличение крутизны перепадов импульсов (рис. 5, http://prosje.be/Projects/FET-schakelaarII.png). При закрывшемся полевом транзисторе VT1 происходит ускоренная зарядка ёмкости затвор—исток мощного полевого транзистора VT3 током, усиленным эмиттерным повторителем на биполярном транзисторе VT2, что ускоряет открывание транзистора VT3 и крутизну спадающего перепада напряжения на выходе. При открывшемся транзисторе VT1 ёмкость затвора транзистора VT3 быстро разряжается через диод VD1 и открытый транзистор VT1. Это обеспечивает ускоренное закрывание VT3 и крутой нарастающий перепад напряжения на выходе.

Низковольтная "триггерная" кнопка (рис. 6, http://prosje.be/Projects/D-FF.png). Каждое нажатие на кнопку SB1 приводит к смене логического уровня на выходе работающего в счётном режиме D-триггера DD1. Эти микросхемы выпускают в пятивыводных малогабаритных корпусах для поверхностного монтажа. Напряжение питания может лежать в указанном на схеме интервале.

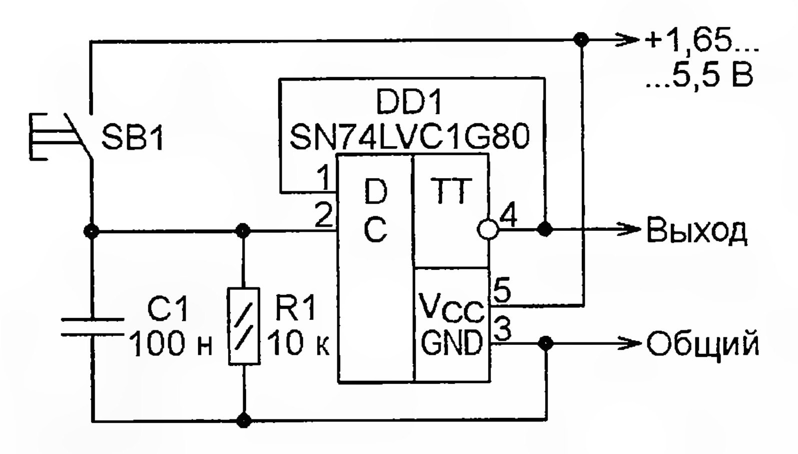


Рис. 6

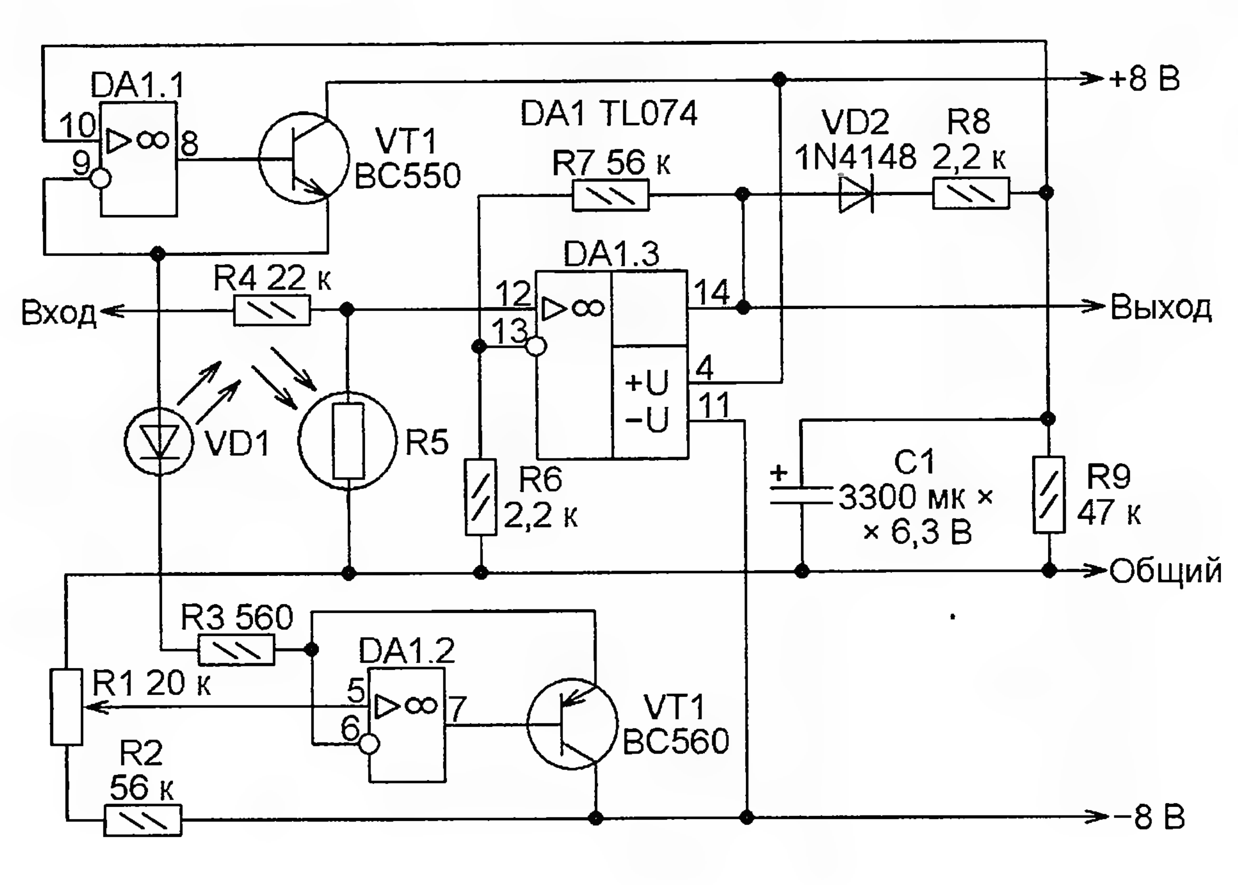


Рис. 7

Компрессор аудиосигнала для микрофонного усилителя (рис. 7, http://prosje.be/Projects/AdCo-Microfoonversterker.png). Сигнал, поступающий от микрофонного усилителя, может иметь самый различный и изменяющийся уровень, зависящий от громкости звучащей перед микрофоном речи или музыки. Перед подачей сигнала, например, на вход цветодинамической установки этот уровень желательно стабилизировать, что и делает предлагаемый компрессор. Коэффициент передачи делителя напряжения из резистора R4 и фоторезистора R5 зависит от сопротивления последнего, а оно меняется при освещении фоторезистора светоизлучающим диодом VD1 (они помещены в общий светонепроницаемый корпус). Усиленный ступенью на ОУ DA1.3 сигнал с выхода делителя поступает на выход устройства и на амплитудный детектор на диоде VD2 со сглаживающей цепью R8C1. Продетектированное напряжение через повторитель на ОУ DA1.1 и транзисторе VT1 подаётся на анод излучающего диода VD1. За счёт этого и поддерживается практически постоянным уровень сигнала на выходе. Регулируют его переменным резистором R1.

Динамические свойства компрессора зависят от инерционности фоторезистора R5 и постоянной времени цепи R9C1.

Тепловой измеритель мощности (рис. 8, http://www.on7ami.be/Home_Brew/Bolometer/Schema%27s.jpg). Терморезистор RK2 находится в тепловом контакте с согласованной нагрузкой W1, а терморезистор RK1 теплоизолирован от неё. Разбаланс моста, образованного этими терморезисторами и резисторами R1—R3, пропорционален разности температуры нагрузки и окружающей среды, следовательно, поглощаемой нагрузкой мощности сигнала, поданного на разъём XW1. Светодиод HL1 зелёного цвета свечения служит стабилизатором напряжения питания моста. Переменным резистором R2 мост балансируют при нулевой мощности.

Первая ступень усилителя сигнала разбаланса в авторской конструкции выполнена на одном ОУ микросхемы

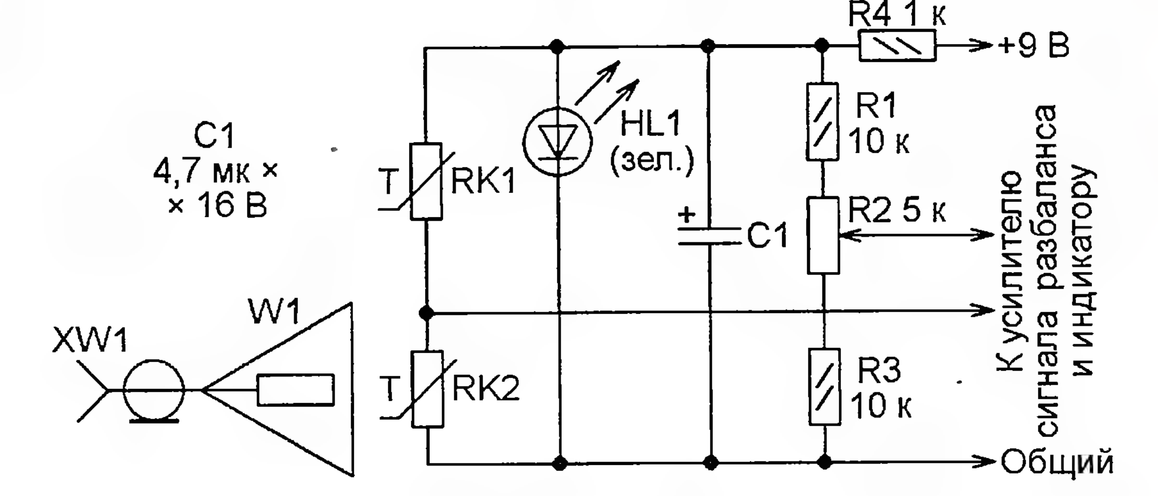


Рис. 8

TL072 по схеме дифференциального усилителя с коэффициентом усиления 10. На втором её ОУ собран оконечный усилитель, нагруженный

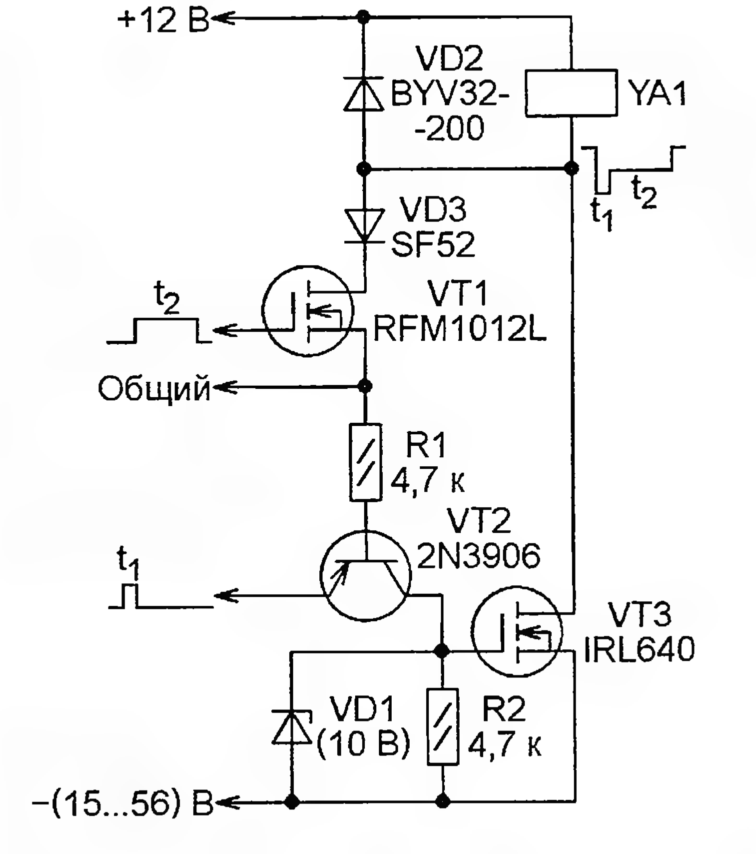


Рис. 9

микроамперметром. Его коэффициент усиления переключается для получения пределов измерения мощности 1, 3, 10, 30, 100 и 300 мВт. Прибор был изготовлен для измерения мощности в диапазоне 23 см, а его градуировка производилась на постоянном токе. Тип и номинальное сопротивление терморезисторов в оригинале не указаны.

Такой измеритель пригоден для измерения мощности от постоянного тока до СВЧ сигналов частотой 10 ГГц и выше, всё зависит от качества согласования нагрузки с соединительной линией и источником сигнала. Он показывает среднюю мощность сигналов, в том числе широкополосных, независимо от их формы и вида модуляции. В зависимости от теплоёмкости и условий охлаждения нагрузки удаётся измерять мощность от единиц микроватт до нескольких киловатт.

Управление электромагнитами "электрического пианино" (рис. 9, http://www.logosfoundation.org/instrum_gwr/playerpiano/SCH_pp2_PIC18F252.gif). "Электрическое пианино" воспроизводит мелодию путём нажатия на клавиши обычного пианино с помощью специальных электромагнитов. Чтобы добиться реалистичного звучания, сила нажатия на клавишу должна изменяться во времени, т. е. напряжение на электромагните YA1 должно иметь пик длительностью t_1 (на это время открываются транзисторы VT2 и VT3) и плоскую "полку" длительностью t_2 (открыт транзистор VT1). Управляющие сигналы формирует микроконтроллер сообразно исполняемой мелодии.

Автор этой схемы Godfried-Willem Raes делает электрические пианино на заказ, но распространяет схему бесплатно при условии упоминания его имени и фамилии.

Формирователь "почти синусоидального" напряжения (рис. 10, http://prosje.be/Projects/PerimeterZender.png) подключают к трём выходам микроконтроллера, на которые выводится повторяющаяся последовательность логических уровней напряжения, соответствующая двоичным кодам 000, 001, 011, 111, 111, 011, 001, 000. Частота смены кодов должна быть в восемь раз выше частоты формируемой синусоиды. Параметры элементов фильтра C1L1C2, очищающего от гармоник выходной сигнал, приведены для его частоты 40 кГц.

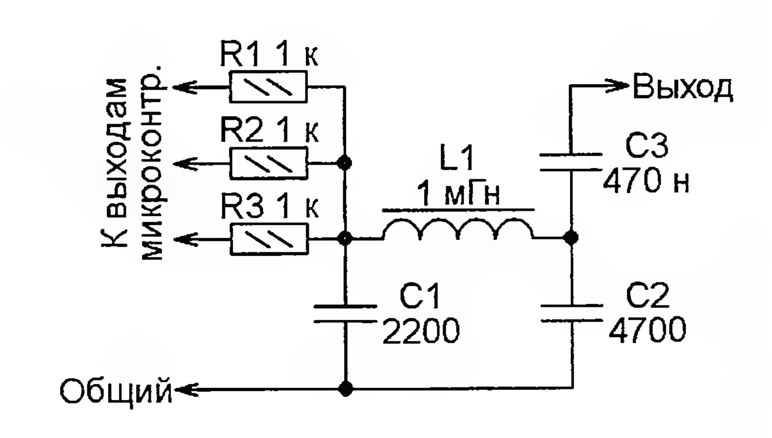


Рис. 10

Подготовил С. РЮМИК,
г. Чернигов, Украина

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Управление коэффициентом передачи токового зеркала

В. КОРКИН, г. Сергиев Посад Московской обл.

Необходимость управления коэффициентом передачи источника тока, управляемого током (ИТУТ), появилась у меня при разработке широтно-импульсного модулятора, у которого скважность импульсов зависела бы не от частоты, а только от коэффициента передачи входящего в его состав ИТУТ. В доступной литературе нужных сведений о регулировании коэффициента передачи ИТУТ найти не удалось. Общие соображения подсказывали, что можно регулировать коэффициент передачи ИТУТ на основе "токового зеркала", введя управляемые источники напряжения в эмиттерные или базовые цепи образующих его транзисторов. Эти источники могут физически представлять собой резисторы или прямосмещённые p-n переходы, падение напряжения на которых изменяется при регулировке тока.

Эти положения и схема простого токового зеркала с эмиттерными резисторами, отношение сопротивления которых задаёт коэффициент передачи, послужили исходной точкой. В очевидном варианте схемы регулируемого токового зеркала (РТЗ), представленном на **рис. 1**, коэффициент передачи тока изменяется при регулировке потенциалов эмиттеров транзисторов VT2 и VT3 с помощью эмиттерных повторителей VT1 и VT4. Но на практике поведение этого устройства не отвечало ожиданиям, а понять его возможности "вслепую" не удавалось.

В результате появился РТЗ, схема которого показана на **рис. 2**. Его свойства удовлетворяли практически всем поставленным требованиям и проявились сразу. Управление коэффициентом передачи происходит с помощью регулирующих транзисторов VT1 и VT4. Два входа управления — их базы, на которые подаются регулирующие напряжения U_{y1} и U_{y2}. Главная особенность этого устройства — коэффициент передачи зависит от разности значений U_{y1} и U_{y2}. Увеличение напряжения U_{y1} увеличивает, а напряжения U_{y2} уменьшает его. Он очень слабо зависит от синфазной составляющей управляющего напряжения. Это сближает рассматриваемый узел с дифференциальным усилителем, облегчает установку рабочей точки, позволяет применить непосредственную связь с другими узлами. Высокое входное сопротивление этого РТЗ со стороны входов управления и широкий интервал регулирования коэффициента передачи также можно отнести к его достоинствам.

В выходной цепи рассматриваемого РТЗ эмиттерный повторитель на транзисторе VT4 управляет усилителем с общей базой на транзисторе VT3. В такой конфигурации хорошо подавляется эффект Миллера и расширяется полоса пропускания каскада. Как широкополосный усилитель этот РТЗ сравним с дифференциальным и каскодным усилителями. Его усилительные возможности определяются крутизной регулировочной характеристики (зависимости отношения выходного тока I_2 к входному I_1 от дифференциальной составляющей управляющего напряжения) в рабочей точке.

Расчёт с использованием модели транзистора Эберса-Молла позволяет найти регулировочную характеристику РТЗ, собранного по схеме рис. 2. При R1=0 и R2=0 она имеет вид

$$k=\frac{I_2}{I_1}=\frac{\exp\left(\frac{U_\Delta}{2\cdot\varphi_T}\right)}{1+\frac{1}{h_{21E}}\cdot\exp\left(\frac{U_\Delta}{2\cdot\varphi_T}\right)}, \qquad (1)$$

где φ_T=25,3 мВ — термический потенциал; $U_\Delta=U_{y1}-U_{y2}$ — дифференциальная составляющая управляющего напряжения; h_{21E} — статический коэффициент передачи тока транзисторов в схеме с общим эмиттером.

Формула (1) получена при определённых допущениях, потому что исходное уравнение не имеет рационального решения, так как коэффициент передачи входит в него как в линейной, так и в логарифмической форме. Тем не менее она достаточно точно отображает свойства РТЗ, имеет удобный для анализа вид. Знаменатель здесь описывает действие имеющейся в устройстве отрицательной обратной связи. Вследствие принятых допущений её глубина учтена только коэффициентом h_{21E}, но фактически она зависит и от других параметров транзисторов, таких как объёмное сопротивление эмиттеров и баз, напряжение Эрли. По этой причине приходится подставлять в формулу значение h_{21E} в 2...3 раза ниже паспортного для используемых транзисторов.

Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

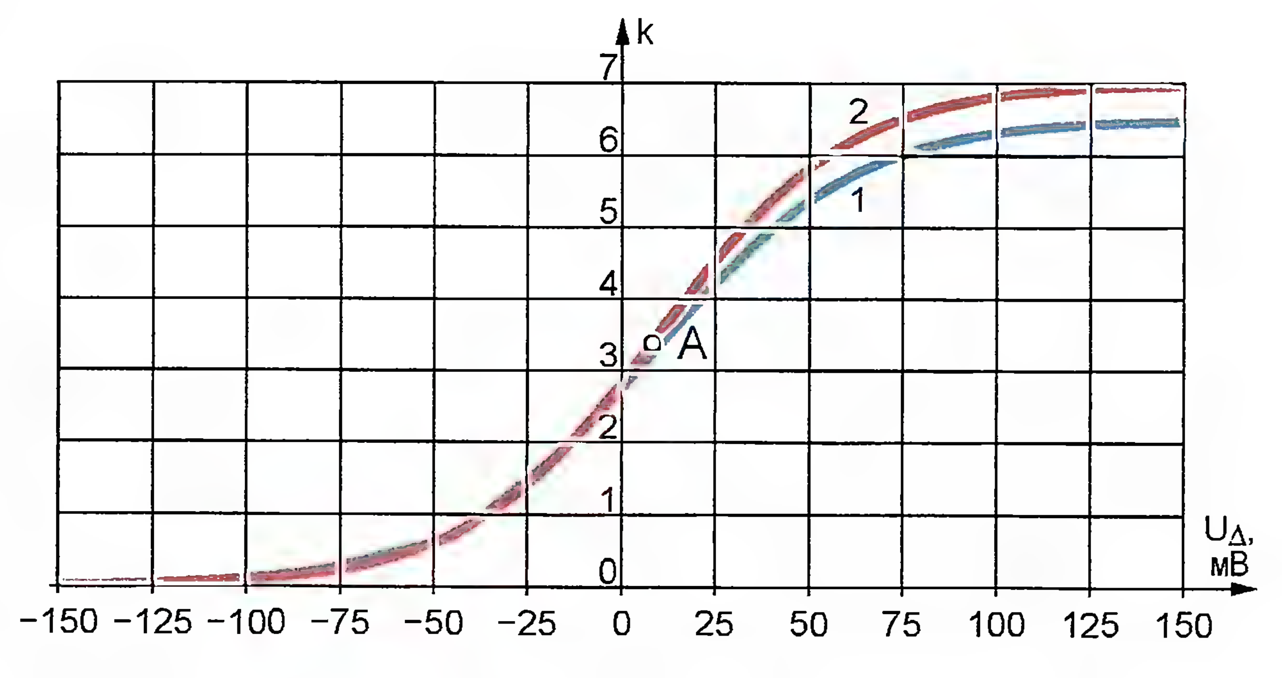


Рис. 4

На **рис. 3** приведены расчётные и экспериментальные графики регулировочных характеристик РТЗ, собранного на транзисторах КТ3102А и КТ3107А по схеме рис. 2.

Кривая 1 — экспериментальная при R1=R2=0.

Кривая 2 — расчётная по формуле (1) при h_{21E}=120. При h_{21E}=60 она практически совмещается с кривой 1.

Кривая 3 — экспериментальная при R1=75 Ом, R2=0, I_1=0,5 мА. Введение резистора R1 смещает характеристику влево по графику. Смещение равно падению напряжения на этом резисторе, вызванному протеканием через него входного тока I_1. В этом случае регули-

ровочная характеристика описывается формулой

$$k = \frac{\exp\left(\frac{U_\Delta + I_1 \cdot R1}{2 \cdot \varphi_T}\right)}{1 + \frac{1}{h_{21E}} \cdot \exp\left(\frac{U_\Delta + I_1 \cdot R1}{2 \cdot \varphi_T}\right)}. \qquad (2)$$

Кривая 4 — экспериментальная при R1=R2=30 Ом. Резистор R2 увеличивает глубину отрицательной обратной связи и уменьшает крутизну регулировочной характеристики. Одновременно улучшается её линейность.

Кривая 5 — расчётная при подаче переменной составляющей управляющего напряжения на базу транзистора VT4, R0=R1=0 и полной блокировке отрицательной обратной связи по переменному току конденсатором C1, показанным на схемах РТЗ штриховыми линиями. Действие этого конденсатора аналогично тому, который подключают параллельно эмиттерному резистору в усилителе с общим эмиттером. Регулировочная характеристика в этом случае представляется уравнением

$$k = \exp\left(\frac{U_\Delta}{2 \cdot \varphi_T}\right). \qquad (3)$$

Область применения таких РТЗ расширяется применением многовыходной конфигурации, которая позволяет простыми средствами выполнять суммирование и перемножение сигналов, подавлять несущую при амплитудной модуляции. К недостаткам можно отнести нелинейность регулировочной характеристики и использование транзисторов разной проводимости.

Вернёмся к РТЗ по схеме, показанной на рис. 1. В отличие от рассмотренного выше, все транзисторы здесь одинаковой структуры, причём регулирующие VT1 и VT4 образуют с транзисторами собственно токового зеркала VT2 и VT3 дифференциальные пары. Эти отличия меняют свойства и несколько усложняют настройку устройства. Коэффициент передачи тока по-прежнему зависит от разности потенциалов баз регулирующих транзисторов. Регулировочная характеристика выражается формулой

$$k = \frac{a \cdot R1 \cdot \exp\left(\frac{U_\Delta}{\varphi_T}\right)}{R1\left((a-1) + \exp\left(\frac{U_\Delta}{\varphi_T}\right)\right)}, \qquad (4)$$

выведенной также при определённых допущениях из-за невозможности преобразования трансцендентных зависимостей в исходном уравнении. Положение и форма регулировочной характеристики зависят от параметра a, равного

$$a = \frac{U_{y1} - U_{бэ}}{I_1 \cdot R1}\left(1 - \frac{1}{h_{21E}}\right), \qquad (5)$$

где $U_{бэ}$=0,6...0, В — падение напряжения на эмиттерном переходе транзистора в активном режиме.

На **рис. 4** показаны графики регулировочных характеристик РТЗ, построенного по схеме рис. 1, сходных в данном случае по форме с передаточной характеристикой дифференциального усилителя.

Кривая 1 — экспериментальная при VT1—VT4 — КТ3102А, E=5 В, U_{y1}=1,5 В, I_1=0,5 мА, R1=680 Ом и R2=240 Ом.

Кривая 2 — расчётная по формулам (4, 5) при тех же параметрах и $U_{бэ}$=0,66 В.

Рабочую точку и интервал изменения коэффициента передачи устанавливают выбором значений U_{y1}, I_1, R1, R2, которые должны удовлетворять дополнительному условию

$U_{y1} > I_1 \cdot R1 + U_{бэ}$.

Их изменением можно перемещать характеристику вдоль горизонтальной оси, растягивать или сжимать её по вертикали. Она имеет точку перегиба A при разности управляющих напряжений $U_\Delta = \varphi_T \cdot \ln(a-1)$. Эта точка лежит на вертикальной оси (U_Δ=0) при a=2. Вблизи неё характеристика линейна и имеет максимальную крутизну. Протяжённость линейного участка около $\pm 2 \cdot \varphi_T$ от точки A.

Это РТЗ не обладает свойством подавления синфазной составляющей управляющего напряжения, поскольку её изменение через параметр a влияет на регулировочную характеристику. Транзисторы VT3 и VT4 выходной ветви токового зеркала образуют работающий в несимметричном режиме дифференциальный усилитель, что предопределяет его широкую полосу пропускания.

Динамические свойства РТЗ, построенных по обеим рассмотренным схемам, позволяют использовать их в качестве быстродействующих токовых ключей. Время установления выходного тока при импульсном воздействии в цепи управления зависит от параметров используемых транзисторов. Например, у РТЗ, собранного на транзисторах КТ3102Е и КТ3107Е по схеме рис. 2, время установления выходного напряжения на сопротивлении нагрузки 300 Ом не превышает 20 нс при скачке выходного тока 5 мА. Перепады выходных импульсов не имеют выбросов. Благодаря отсутствию эффекта Миллера оба рассмотренных РТЗ не самовозбуждаются на высоких частотах при работе на резонансную нагрузку.

Автомат управления инкубатором

С. САМОЙЛОВ, г. Харьков, Украина

Автомат разработан для замены аналогового терморегулятора в инкубаторе БИ1 промышленного изготовления. Он повышает удобство пользования инкубатором, выполняя автоматически многие операции, необходимые для успешного завершения процесса выведения птенцов, которыми ранее приходилось управлять вручную. Устройство может быть использовано и совместно с другими инкубаторами.

Инкубатор БИ1 производства новосибирского предприятия ООО ЗЭБТ предназначен для выведения цыплят, утят, гусят и птенцов других птиц. Он представляет собой пенополистироловый корпус с блоком аналогового терморегулятора и устройством механического поворота яиц. Нагреватели, выполненные из мощных резисторов с теплоотводящими пластинами, питаются напряжением 220 В, их мощность — 40 Вт. Необходимую температуру устанавливают переменным резистором. При работающих нагревателях на терморегуляторе включается красный светодиод. Блок терморегулятора управляет также устройством поворота яиц, каждый час на 9 с, подавая на него сетевое напряжение 220 В.

После запуска инкубатора выяснилось, что пользоваться им неудобно. Во-первых, чтобы установить внутри требуемую температуру, необходимы точный термометр, не входящий в комплект поставки, и серия подстроек аналогового терморегулятора. Во-вторых, рекомендуемую влажность внутри инкубатора необходимо поддерживать заливкой в него воды. Но чем измерять влажность обычному потребителю? Ведь не у каждого в хозяйстве есть компактный гигрометр, помещающийся внутри инкубатора. В-третьих, необходимо самостоятельно вести счёт дней инкубации, а за двое суток до её окончания отключать вручную устройство поворота яиц и повышать влажность. В-четвёртых, для равномерного прогрева необходимо раз в день вынимать яйца из центра укладочной решётки и раскладывать их по её краям, а крайние перемещать в центр.

Неудобств оказалось достаточно, чтобы взяться за разработку и изготовление собственного автомата управления инкубатором, свободного от указанных недостатков. За основу был взят широко распространённый микроконтроллер ATmega8, но возможно использование также ATmega88 и ATmega168. В качестве датчика температуры выбран DS18B20, а в качестве датчика влажности — HIH-4010-004. Для вывода информации применён символьный ЖКИ WH1602.

Разработанное устройство управляет инкубацией куриных, утиных, гусиных, индюшиных и перепелиных яиц.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2013

Оно может быть использовано совместно с инкубаторами, аналогичными БИ1, в том числе самодельными. Требуемая температура в инкубационной камере задаётся кнопками в цифровом виде в пределах +(0,1...39,9) °С. Такой низкий нижний предел поддерживаемой температуры предусмотрен на случай управления в зимнее время термостатом для хранения овощей на балконе.

Измеренные значения температуры и влажности выводятся на ЖКИ. Одновременно с нагревателями включается красный светодиод, а на ЖКИ появляется знак "↑". При недостаточной применительно к выбранному режиму инкубации влажности мигает белый светодиод, а на ЖКИ — буква v перед значением влажности. Чем больше разность между требуемой влажностью и её измеренным значением, тем чаще мигание.

Нажатием на кнопку на передней панели автомата на индикаторе можно вывести информацию о выбранном виде птицы, требуемой продолжительности инкубации и рекомендуемых температуре и влажности.

Для учёта продолжительности инкубации на индикатор выводится счётчик часов, минут и суток с момента её начала. Предусмотрена цифровая подстройка точности хода встроенных часов в интервале ±9,99 с. Каждый час автомат на 9 с включает устройство поворота яиц, что сопровождается появлением на ЖКИ анимации в виде вращающегося яйца. За двое суток до окончания срока инкубации поворот яиц автоматически блокируется.

Для исключения необходимости каждый день перекладывать яйца с краёв решётки в её центр и наоборот предусмотрено перемешивание воздуха внутри инкубатора с помощью малогабаритного 12-вольтового вентилятора, который включается на минуту каждые 20 мин. При этом на ЖКИ выводится анимация в виде вращающегося пропеллера. За двое суток до окончания срока инкубации вентиляция также автоматически прекращается.

На случай отключения сетевого напряжения предусмотрен переход устройства в энергосберегающий режим с питанием от внутреннего резервного источника. В рабочем режиме его напряжение можно проверить, нажав на кнопку на передней панели. При длительном хранении автомата в нерабочем состоянии внутренний источник питания можно отключить выключателем. Нажатия на кнопки управления сопровождаются звуковыми сигналами.

Схема автомата показана на **рис. 1**. Источником тактового сигнала для микроконтроллера DD1 служит встроенный RC-генератор частотой 1 МГц. Для точного отсчёта интервалов времени использован таймер-счётчик 2 микроконтроллера, работающий в асинхронном режиме с внешним часовым кварцевым резонатором ZQ1.

Датчики влажности и температуры подключены к разъёму XP1 автомата по схеме, изображённой на **рис. 2**. Датчик DS18B20 (BK1) измеряет температуру в интервале от −10 до +85 °С с дискретностью 0,0625 °С при погрешности не хуже ±0,5 °С. Его информационная линия соединена с микроконтроллером (его выводом PD5) согласно интерфейсу 1-wire, реализованному программно. Резистор R5 поддерживает на этой

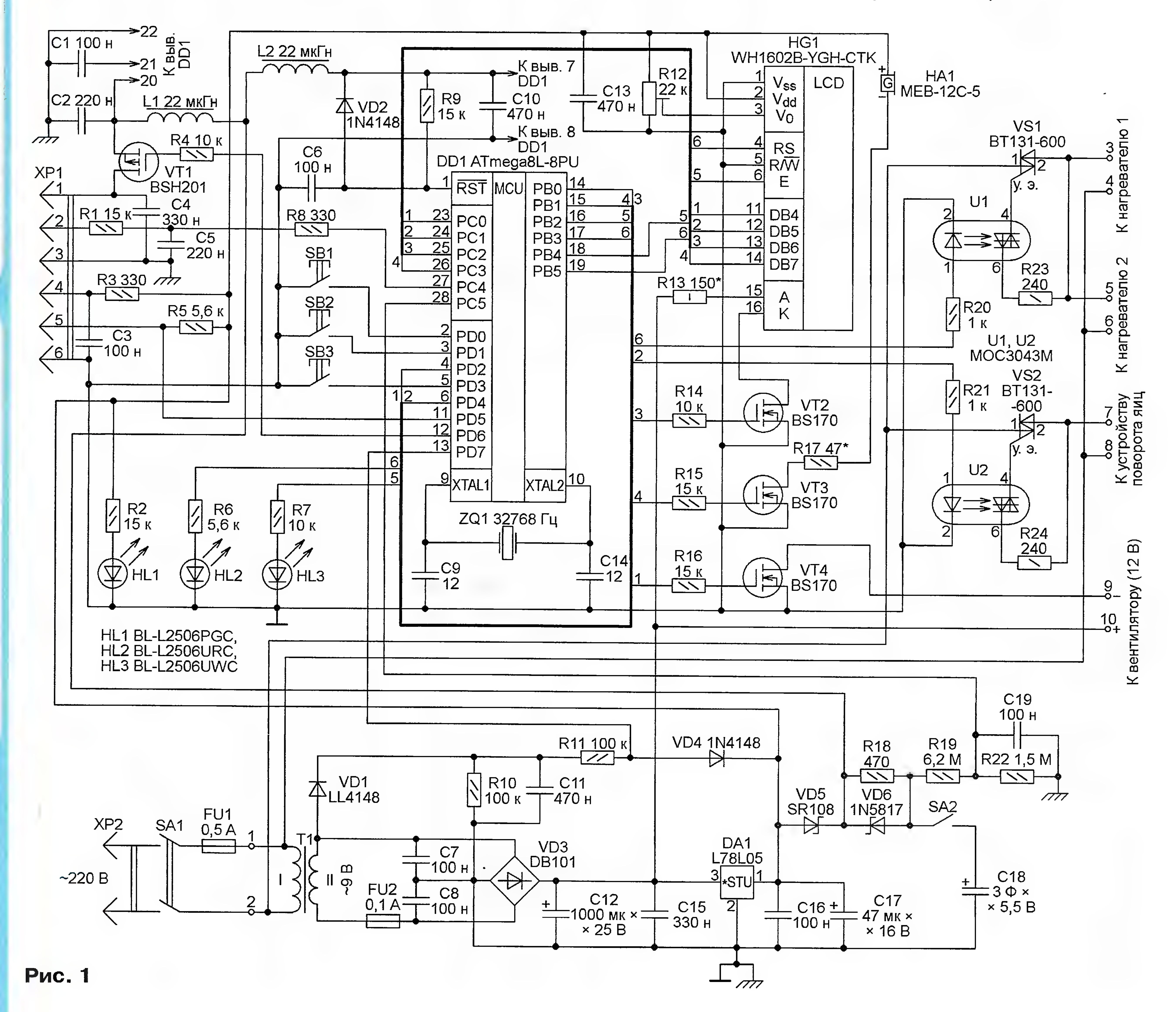


Рис. 1

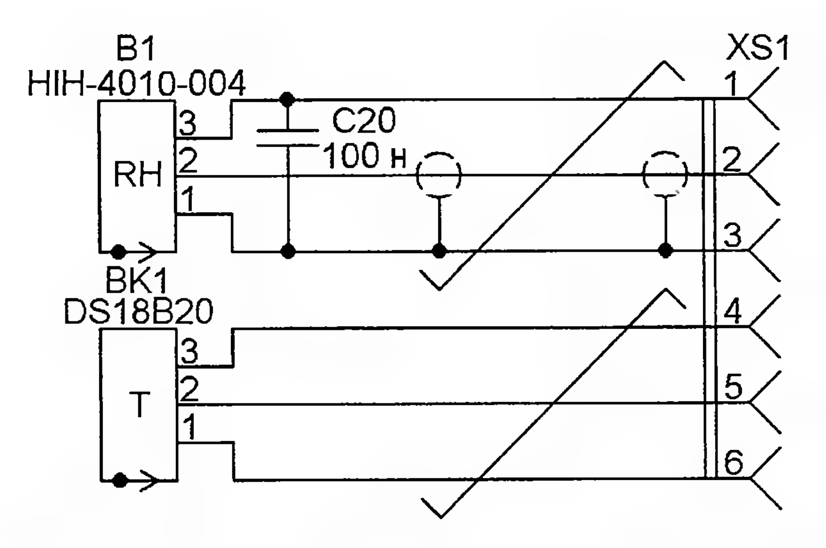


Рис. 2

линии высокий логический уровень, а резистор R3 ограничивает ток в случае замыкания в цепи питания датчика.

Применённый в автомате датчик относительной влажности HIH-4010-004 (B1) измеряет её в интервале 0...100 % с погрешностью ±3,5 %. Его напряжение питания — 4...5 В, потребляемый ток — 200 мкА. Выходное напряжение этого датчика $U_{вых\,RH}$ при относительной влажности RH определяется формулой

$$U_{выхRH} = \frac{U_{пит}}{5}(RH \cdot Slope + Zerooffset),$$

где $U_{пит}$ — напряжение питания датчика, В; Slope — крутизна преобразования, В/%; Zerooffset — выходное напряжение при $U_{пит}$=5 В и RH=0 %. Значения Zerooffset и Slope указаны в калибровочном вкладыше, прилагаемом к каждому экземпляру датчика.

Аналоговый выход датчика B1 через фильтр R1C5 подключён к линии PC4 микроконтроллера, сконфигурированной как вход АЦП. В качестве образцового напряжения для АЦП используется напряжение питания микроконтроллера DD1, равное напряжению питания датчика. Это позволяет исключить зависимость результата измерения влажности от напряжения питания. Питание на датчик влажности подаётся с помощью электронного ключа на полевом транзисторе VT1 только на время её измерения.

Формула для вычисления микроконтроллером влажности в процентах по результату работы АЦП N имеет вид

$$RH = \frac{5 \cdot N}{1024} - \frac{Zerooffset}{Slope}.$$

Она действительна лишь при температуре T=+25 °C. При другом значении температуры (в градусах Цельсия) вносится поправка

$$RHT = \frac{RH}{1{,}0546 - 0{,}00216 \cdot T}.$$

Индикатор HG1 подключён к микроконтроллеру по стандартной схеме с четырёхразрядной шиной данных. Напряжение на узел подсветки индикатора поступает через электронный ключ на полевом транзисторе VT2 и ограничительный резистор R13 при нажатии на любую из кнопок SB1—SB3. Продолжительность работы подсветки — 60 с после отпускания нажатой кнопки задана константой Light в строке 115 исходного текста программы микроконтроллера (файла Inkubat.c):

```
# define Light 120
```

Значение константы равно удвоенной длительности работы подсветки в секундах, которую можно менять от 0 до 127 с.

Электронный ключ на транзисторе VT4 предназначен для управления установленным в инкубаторе малогабаритным вентилятором с напряжением питания 12 В. В цепь стока полевого транзистора VT3 включён излучатель звука HA1 со встроенным генератором.

Нагревателями, каждый из которых состоит из двух соединённых последовательно десятиваттных резисторов сопротивлением 1,2 кОм, по сигналам микроконтроллера управляет узел на оптосимисторе U1 и симисторе VS1. Свойство применённого оптосимистора MOC3043M включаться только в момент прохождения приложенного к его выходной цепи напряжения через ноль обеспечивает коммутацию нагревателей с созданием минимума импульсных помех в сети.

Для управления устройством поворота яиц предназначен аналогичный узел на оптосимисторе U2 и симисторе VS2. Продолжительность подачи напряжения на устройство поворота яиц — 9 с. При необходимости её можно изменить, присвоив другое значение константе T_povor в строке 116 исходного текста программы:

```
# define T_povor 9
```

Зелёный светодиод HL1 служит индикатором наличия сетевого напряжения. Параллельно соединённым последовательно резистору R20 и излучающему диоду оптосимистора U1 включён красный светодиод HL2 с ограничительным резистором R6. Этот светодиод сигнализирует о работе нагревателей. Светодиод HL3 (белого или синего цвета свечения по ассоциации с цветом воды) мигает при недостаточной влажности внутри инкубатора, напоминая о необходимости долить воду.

Напряжение вторичной обмотки трансформатора T1, выпрямленное диодным мостом VD3 и стабилизированное интегральным стабилизатором DA1 на 5 В, питает микроконтроллер DD1 через диод Шотки VD5. Плавкая вставка FU1 и самовосстанавливающийся предохранитель FU2 служат для защиты устройства от аварийных ситуаций.

Источник резервного питания — ионистор C18. Выключатель SA2 предназначен для его отключения при длительном хранении автомата в нерабочем состоянии. Напряжение резервного источника поступает на микроконтроллер через диод Шотки VD6 только в отсутствие основного напряжения питания. Параллельно диоду VD6 установлен резистор R18, предназначенный для зарядки ионистора. Вместо ионистора можно применить литиевый элемент напряжением 3 В, например, CR2032. В этом случае резистор R18 устанавливать не следует, поскольку подзарядка литиевого элемента недопустима.

Детектор наличия сетевого напряжения выполнен на диоде VD1 со сглаживающим фильтром R10C11 и ограничительной цепью R11VD4. На вход PD7 микроконтроллера поступает напряжение высокого логического уровня при наличии сетевого напряжения. В его отсутствие конденсатор C11 разрядится через резистор R10, и уровень на этом входе станет низким. Обнаружив это, микроконтроллер перейдёт в энергосберегающий режим. Будет отключена вся индикация и выключены все исполнительные устройства. Продолжится лишь отсчёт времени по прерываниям от таймера-счётчика 2. Благодаря теплоизолирующему пенополистироловому корпусу и значительной теплоёмкости самих яиц температура внутри инкубатора довольно длительное время будет оставаться в допустимых пределах.

Измеренный ток потребления от резервного источника питания в энергосберегающем режиме — 27 мкА с микроконтроллером ATmega8L и 26 мкА с ATmega88 или ATmega168. При использовании усовершенствованных микроконтроллеров с литерой A в конце обозначения ток должен быть ещё меньше. При ёмкости ионистора C18 3 Ф продолжительность его разрядки до минимального рабочего напряжения микроконтроллера ATmega8L (2,7 В) немного более трёх суток. Для ATmega88 или ATmega168 (минимальное напряжение 1,8 В) она достигает шести суток. Запаса энергии в литиевом элементе CR2032 ёмкостью 220 мА·ч должно хватать почти на год.

Для более продолжительной работы резервного источника предпочтительно использовать в качестве VD5 диод Шотки SR108, а не 1N5817—1N5819. У последних при обратном напряжении 5 В и температуре +20 °C измеренный ток утечки составил 1...2 мкА, а у SR108 — менее 0,01 мкА.

Программа микроконтроллера написана на языке Си в среде WinAVR-20060125. После включения питания программа конфигурирует порты ввода—вывода и настраивает таймер-счётчик 2 на работу в асинхронном режиме от внешнего кварцевого резонатора с генерированием запросов прерывания каждые 0,5 с. Затем происходят чтение констант из EEPROM и переход к главному циклу.

В этом цикле по логическому уровню сигнала на входе PD7 микроконтроллера проверяется наличие сетевого напряжения. Если его нет, происходит переход в энергосберегающий режим с питанием от резервного источника и отключением всех управляющих сигналов. Микроконтроллер пробуждается каждые 0,5 с для счёта времени и проверки наличия сетевого напряжения. Если сетевое напряжение есть, происходит измерение температуры, влажности, инициализация ЖКИ, вывод на него информации и переход в цикл рабочего режима.

В цикле рабочего режима происходит периодический опрос состояния кнопок SB1—SB3, а каждые 0,5 с — измерение влажности, вывод измеренных параметров и режимов работы на ЖКИ и светодиоды. Измерение температуры производится с предварительно заданной периодичностью в 1, 2 или 3 с. По текущим показаниям счётчика времени работы инкубатора выдаются управляющие сигналы на устройство поворота яиц (на 9 с каждый час) и на вентилятор

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

(на 1 мин в первую, двадцать первую и сорок первую минуты каждого часа).

Для управления нагревателями первоначально использовался принцип релейного регулирования — по достижении заданной температуры инкубации напряжение с нагревателей снималось, а при её понижении — подавалось. Однако в результате тепловой инерции температура фактически колебалась относительно среднего значения по пилообразному закону с довольно большим размахом. Чтобы значительно уменьшить колебания, было использовано пропорциональное регулирование с автоподстройкой. Для этого на линии PB3 микроконтроллер формирует импульсы переменной длительности, которая задаётся в программе значением переменной Pow. При Pow=0 нагреватели выключены. Если измеренная температура $T_{изм}$ меньше заданной $T_{зад}$ на 4,2 °C и более, то переменной Pow присваивается максимальное значение 60, соответствующее постоянно включённым нагревателям и максимальной скорости прогрева инкубационной камеры. Когда разность заданной и измеренной температур находится в интервале 0...4,2 °C, значение Pow вычисляется как

$$Pow = \frac{T_{зад} - T_{изм}}{0,07}.$$

Минимальный шаг регулирования температуры становится равным 0,07 °C, что близко к дискретности её измерения (0,0625 °C). Подводимая к нагревателям средняя мощность начинает уменьшаться, и скорость нагрева снижается. При нулевой разности температуры Pow=0 и нагреватели выключены.

Из-за утечки тепла в инкубаторе через некоторое время устанавливается средняя температура несколько ниже заданной, причём её колебания во времени намного меньше, чем при обычном релейном регулировании. Чтобы уравнять температуру в инкубаторе с заданной, требуется установить некоторое ненулевое значение Pow, компенсирующее утечку тепла. Для этого в программе используется поправка kr, добавляемая к Pow. Первоначально при старте программы kr=0. Через каждые 20 мин (перед включением вентилятора) происходит корректировка значения kr. Если $(T_{зад}-T_{изм})>0$, то поправка увеличивается на единицу, а если $(T_{зад}-T_{изм})<0$, она на столько же уменьшается. Этим среднее значение температуры в инкубаторе автоматически приближается к заданному.

Если по какой-либо причине разность $(T_{изм}-T_{зад})$ превысит +0,25 °C, переменной Pow присваивается нулевое значение и нагреватели выключаются для предотвращения перегрева яиц.

Само программное регулирование длительности импульсов реализовано следующим образом. Значение переменной Pow разбивается на три части — две равные и остаток. Максимальное значение каждой части — 20 единиц. Подача напряжения на нагреватели происходит в три такта по 10 с, каждому из которых соответствует одна из частей переменной Pow. При 20 единицах напряжение на нагреватели в данном такте подаётся постоянно. А, например, при 10 единицах оно на 5 с включено и на 5 с выключено. Шаг изменения длительности подачи напряжения 0,5 с равен периоду прерываний программы микроконтроллера по таймеру-счётчику 2.

(Окончание следует)

Из деталей КЛЛ. Управление сетевым светильником по двум проводам

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

При наличии в сетевом светильнике, например люстре, нескольких осветительных ламп желательно включать и выключать их по отдельности или группами. Если питание такого светильника трёхпроводное, организовать независимое управление двумя группами ламп не составит большого труда, достаточно применить сдвоенный выключатель. При двухпроводном питании это оказывается невозможным. В то же время способ управления по двум проводам двумя группами ламп в светильнике известен не один десяток лет. Он подходит для случая, когда нет возможности заменить двухпроводную проводку на трёхпроводную. В нём применены выпрямительные диоды, а схема показана на **рис. 1**. Такая простая схема позволяет, в зависимости от положения выключателей, включить одну, две или три лампы (группы ламп). Однако ранее этот способ не находил широкого применения из-за того, что основным источником света были лампы накаливания. При питании однополупериодным выпрямленным напряжением их яркость свечения существенно снижается и появляются заметные пульсации светового потока.

Но если в светильнике применить компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые в настоящее время находят всё более широкое распространение, эти недостатки будут устранены. Обусловлено это тем, что в КЛЛ применён так называемый электронный балласт (более правильное название — ЭПРА — электронный пускорегулирующий аппарат) — специализированный импульсный блок питания, который питается от сети 220 В через встроенный выпрямитель со сглаживающим конденсатором. Это позволяет питать маломощные КЛЛ однополупериодным напряжением, причём в большинстве случаев яркость свечения уменьшается незначительно. Поэтому для управления люстрой с КЛЛ можно применить

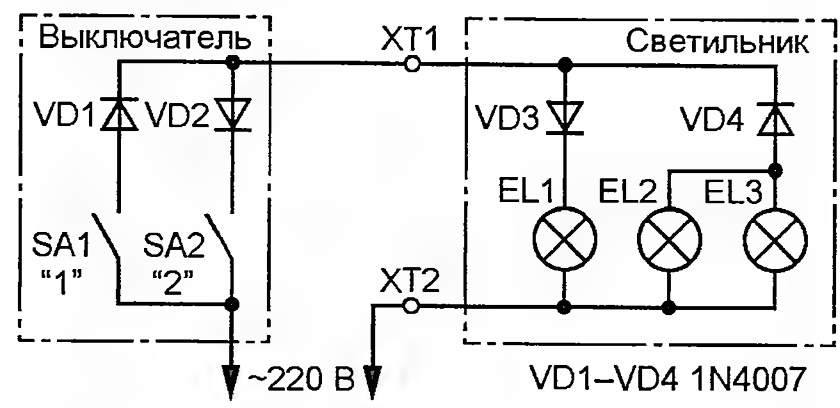


Рис. 1

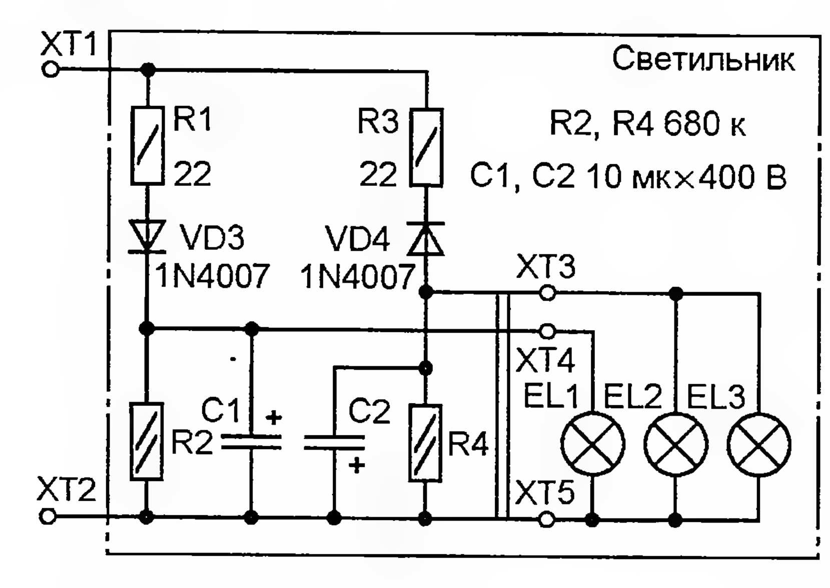


Рис. 2

схему, показанную на рис. 1. Правда, редко, но попадаются маломощные КЛЛ, в которых производители с целью экономии применяют в ЭПРА не двухполупериодный мостовой выпрямитель, а однополупериодный, на одном диоде. Это следует учитывать при применении КЛЛ в светильнике. Кроме того, в выпрямителе ЭПРА (особенно маломощных КЛЛ) применены, как правило, сглаживающие конденсаторы небольшой ёмкости (2,2...3 мкФ), что может привести к заметному росту пульсаций светового потока с частотой 50 Гц. Чтобы устранить этот недостаток, питать КЛЛ следует от дополнительных однополупериодных выпрямителей.

Схема управления двумя группами осветительных КЛЛ по двум проводам показана на **рис. 2** (часть схемы левее разъёмов XT1, XT2 такая же, как и на рис. 1). Здесь каждый из выключателей SA1, SA2 подаёт питающее напряжение на "свою" группу ламп. Резисторы R1, R3 ограничивают бросок зарядного тока конденсаторов C1, C2 при включении, R2, R4 обеспечивают их разрядку после выключения светильника. Дополнительное удобство такого решения — возможность применения КЛЛ с различной световой температурой, которые удобнее использовать в том или ином случае или совместно.

Большинство элементов для сборки устройства можно извлечь из вышедших из строя КЛЛ, обязательно проверив каждую деталь перед монтажом на исправность. Оксидные конденсаторы должны быть с номинальным напряжением не менее 400 В, а их ёмкость — не менее 8...10 мкФ, причём чем больше ламп в группе, тем больше должна быть ёмкость (можно использовать несколько конденсаторов, соединив их параллельно). Разъёмы XT1—XT5 — любые винтовые клеммники, рассчитанные на работу в сети 220 В.

Диоды VD1, VD2 монтируют в выключателе, остальные детали — в светильнике. Изготавливать печатную плату нет необходимости, все элементы можно разместить на пластине из листовой пластмассы толщиной 1...1,5 мм, предварительно определив её размеры по имеющемуся в люстре свободному месту. Конденсаторы крепят к ней термоклеем, клеммники — винтами, остальные элементы монтируют на их выводах. Внешний вид одного из вариантов платы показан на **рис. 3**.

После установки смонтированной платы внутри светильника и проверки работоспособности её закрывают пластмассовой крышкой.

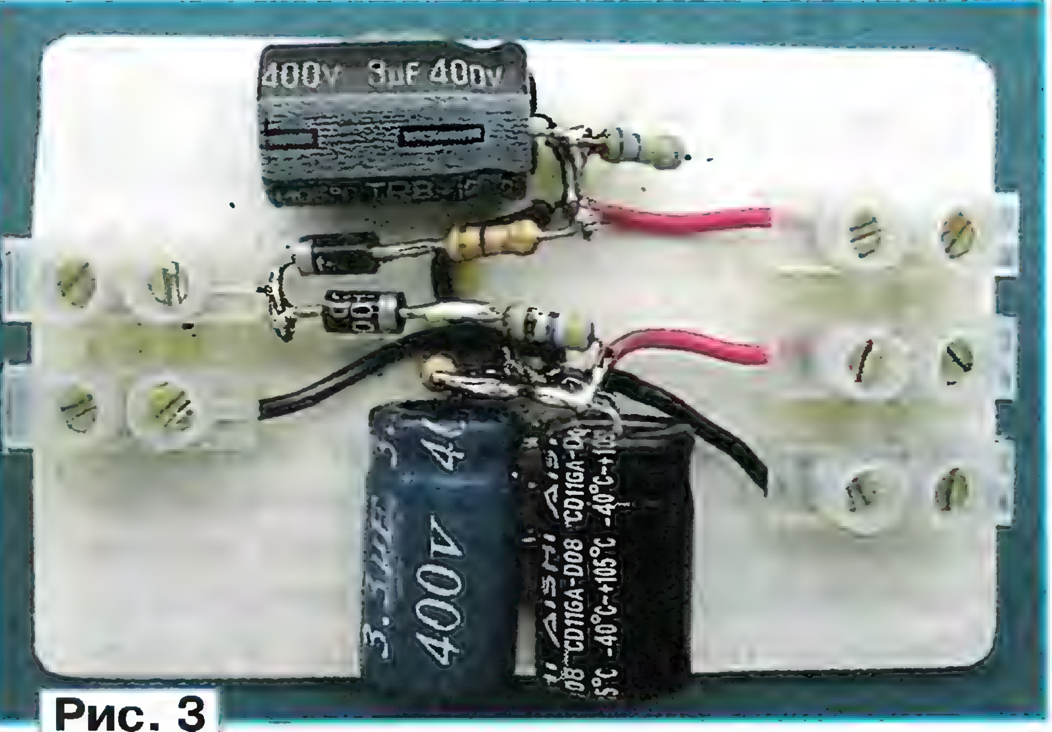


Рис. 3

В люстре с описанной схемой управления можно применить и светодиодные лампы, но только те из них, в которые встроен импульсный блок питания, а не выпрямитель с балластным конденсатором.

Следует помнить, что в соответствии с ГОСТ Р 51317.3.2—2006 методы однополупериодного выпрямления потребляемого от сети тока допустимо применять, "если управляемая активная мощность технического средства не превышает 100 Вт".

Простой мегафон с режимом сирены

П. ПЕТРОВ, г. София, Болгария

Мегафоны полезны при публичных выступлениях, при организации и руководстве групповыми физическими упражнениями и общественными мероприятиями. Очень полезно, если мегафон имеет функцию сирены, что позволяет звуковым сигналом привлечь внимание к выступающему.

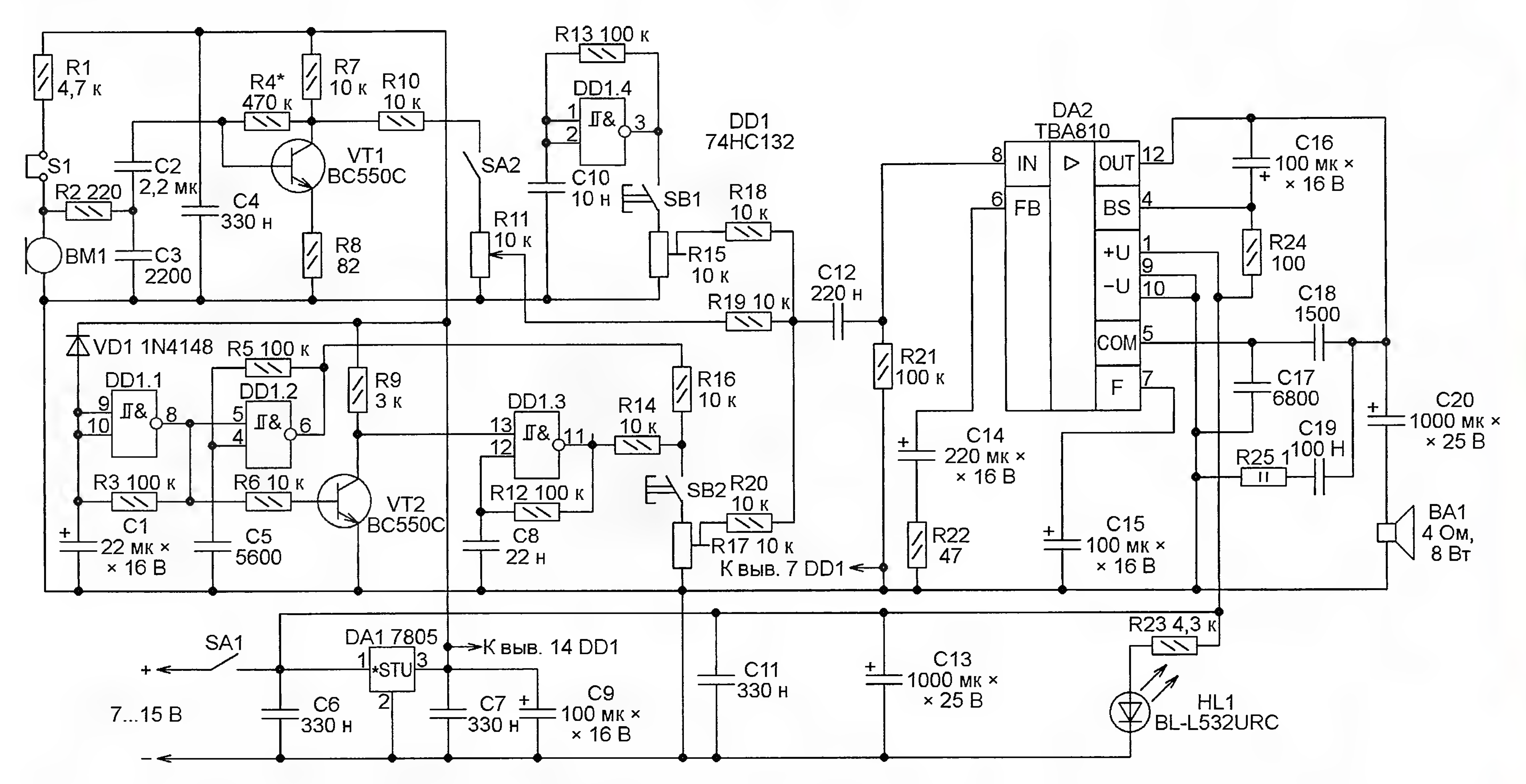


Схема простого мегафона на основе микросхемы TBA810 показана на **рисунке**. Он может питаться от аккумуляторной или гальванической батареи напряжением 7...15 В. Выходная мощность — от 1 до 6 Вт, в зависимости от напряжения питания и сопротивления нагрузки.

На транзисторе VT1 и связанных с ним компонентах построен предварительный микрофонный усилитель. Его коэффициент усиления по напряжению приблизительно равен отношению сопротивления резисторов R7 и R8. Ток коллектора транзистора VT1 установлен равным примерно 0,5 мА подборкой резистора R4. Перемычку S1 устанавливают только в случае, если микрофону BM1 необходимо питание. Когда выключатель SA2 замкнут, сигнал с коллектора транзистора VT1 поступает на выходной усилитель мощности. Он построен на микросхеме УМЗЧ TBA810 (DA2), имеющей небольшой потребляемый ток (около 12 мА при напряжении питания 14,4 В) и отдающей при таком напряжении мощность около 6 Вт в нагрузку сопротивлением 4 Ом. Переменным резистором R11 регулируют громкость звучания поступающего с микрофона сигнала.

На элементе микросхемы DD1.4, конденсаторе C10 и резисторе R13 построен генератор прямоугольных импульсов частотой около 1000 Гц. При нажатой кнопке SB1 его импульсы также поступают на вход оконечного усилителя. Звучит однотональная сирена. Её громкость устанавливают подстроечным резистором R15.

Элемент DD1.1 служит генератором импульсов частотой 0,5 Гц. Они поступают на входы элементов DD1.2 (непосредственно) и DD1.3 (через инвертор на транзисторе VT2), поочерёдно включая собранные на этих элементах генераторы. Первый формирует импульсы частотой 2000 Гц, а второй — 500 Гц. Их выходные сигналы суммируются с помощью резисторов R14 и R16. При нажатой кнопке SB2 сигнал из двух чередующихся тонов поступает на вход оконечного усилителя. Подстроечным резистором R17 устанавливают его громкость.

Мощность динамической головки BA1 должна быть не менее 6 Вт. Выключателем SA1 мегафон включают и выключают. Светодиод BL-L532URC, сигнализирующий о включённом питании, можно заменить другим подходящего цвета свечения и достаточной яркости при токе 1...2 мА.

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2013

Самодельная миниатюрная светодиодная цокольная лампа

Н. САЛАХЕТДИНОВ, г. Омск

Предлагаемое устройство превращает карманный фонарь, рассчитанный на установку лампы накаливания, в светодиодный. Никаких его переделок не требуется. В самодельной лампе использован цоколь от лампы накаливания. В нём смонтирован сверхъяркий светодиод и импульсный повышающий преобразователь напряжения.

Сверхъяркие светодиоды надёжны и долговечны. Они постепенно вытесняют лампы накаливания из всех областей применения, даже таких, как уличные светильники и автомобильные фонари. И уж поистине "королевское" место сверхъяркие светодиоды заняли в носимых миниатюрных источниках света — карманных фонарях. Такие устройства имеют конструкцию, позволяющую заменять только элементы питания, так как замена светодиодов не предусмотрена из-за их высокой надёжности. Однако осталось много фонарей с патроном для сменной лампы накаливания.

В статье [1] рассказано о переделке такого фонаря в светодиодный. В статье [2] описан монтаж одного светодиода белого свечения в цоколь лампы накаливания.

При разработке предлагаемого устройства была поставлена задача создания конструкции на основе цоколя миниатюрной лампы накаливания с размещением внутри него повышающего преобразователя напряжения, а снаружи — сверхъяркого светодиода. Такое устройство (самодельная светодиодная цокольная лампа) можно вставить в патрон фонаря, в результате чего ламповый фонарь станет светодиодным без каких-либо переделок.

Схема предлагаемого устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит светодиод EL1, токоограничивающий резистор R1 и повышающий преобразователь напряжения на микросхеме DA1, дросселе L1, диоде VD1 и конденсаторах C1 и C2. Преобразователь собран по типовой схеме на микросхеме NCP1400ASN33T1 (DA1). Техническая документация на эту микросхему размещена на сайте фирмы-производителя [3]. Эта микросхема запускается при входном напряжении 0,8 В и более и поддерживает стабильное выходное напряжение 3,3 В при снижении входного до 0,2 В.

L1 22 мкГн
+ 0,8...3 В
DA1 NCP1400ASN33T1
CE OUT PWC LX GND
VD1 RB520S30
R1* 20
C1 10 мк × ×5 В
C2 10 мк × ×5 В
EL1 S502TW4G-Z

Рис. 1

Устройство смонтировано на печатной плате (**рис. 2**) круглой формы диаметром 8 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,2 мм. По периметру платы с обеих сторон снята фаска 0,2...0,3 мм, чтобы избежать замыкания печатных проводников платы на цоколь в процессе эксплуатации. После снятия фаски в плате сверлят отверстия. Затем вытравливают печатные проводники и облуживают их.

При монтаже деталей автор пользовался микроскопом МБС с 10...15-кратным увеличением. Можно использовать и часовые лупы, но желательно, чтобы их увеличение было не меньше пятикратного. Для пайки элементов жало паяльника лучше заточить острым конусом. Например, для жала диаметром 4 мм удобна коническая заточка длиной около 10 мм.

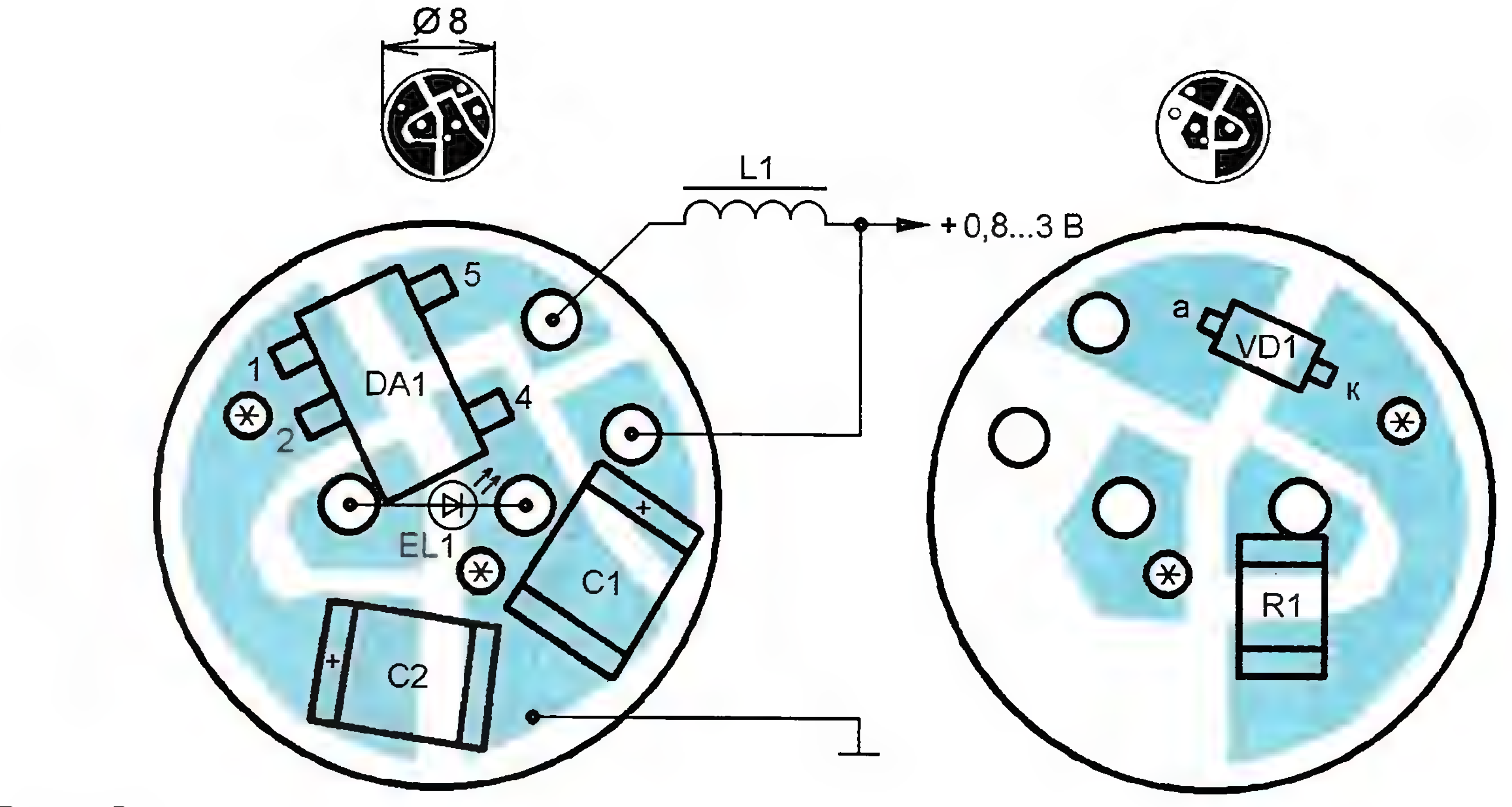


Рис. 2

В переходные отверстия, отмеченные звёздочками, вставляют отрезки провода и пропаивают их с обеих сторон. Далее монтируют конденсаторы C1 и C2. Удаляют неиспользуемый вывод 3 микросхемы DA1, в противном случае он будет закрывать отверстие платы, в которое должен быть вставлен вывод анода светодиода EL1. Устанавливают микросхему DA1 на плату. С другой стороны платы монтируют диод VD1. Резистор R1 рекомендуется установить позже, после его подбора.

Далее монтируют дроссель L1. Один вывод вставляют в отверстие и припаивают к проводникам платы с обеих сторон, другой вывод должен быть соединён с центральным контактом цоколя лампы — плюсовым выводом питания. К этому выводу припаян гибкий изолированный провод, соединяющий его с печатным проводником платы, идущим к плюсовому выводу конденсатора C1.

Выводы светодиода EL1 вставляют в отверстия, соблюдая полярность. Корпус светодиода может касаться микросхемы DA1 или возвышаться над печатной платой на высоту до 4 мм. С нижней стороны платы выводы светодиода пропаивают и обрезают. К точке соединения конденсаторов C1 и C2 припаивают провод длиной около сантиметра. Это минусовый вывод питания, который должен быть соединён с цоколем.

Далее подбирают токоограничивающий резистор R1. Вместо него временно включают как реостат переменный резистор сопротивлением 50...100 Ом. Устанавливают его движок на максимальное сопротивление. Последовательно со светодиодом EL1 включают миллиамперметр с пределом измерения 100 мА. Подают максимальное напряжение питания 1,5 или 3 В в зависимости от того, сколько гальванических элементов предполагается использовать для питания устройства. Уменьшая сопротивление переменного резистора, устанавливают желаемую яркость свечения светодиода EL1, не превышая максимально допустимый ток через него и максимально допустимый выходной ток микросхемы DA1 (100 мА). Автор установил ток 20 мА. Далее отключают цепь из последовательно соединённых переменного резистора с миллиамперметром и измеряют её сопротивление. Затем берут резистор типоразмера 0603 или 0805 такого же или немного большего сопротивления и устанавливают его на печатную плату в качестве R1.

Конденсаторы C1, C2 и диод Шотки VD1 демонтированы с платы неисправного мобильного телефона Siemens AP75. Индуктивность дросселя L1 — 18...27 мкГн. Длина его корпуса не должна превышать 5 мм. Применён стандартный дроссель серии EC24-220K с

номинальной индуктивностью 22 мкГн.

Светодиод EL1 — любой сверхъяркий белый, диаметром 5 мм, например, отечественный КИПД80Э20 или зарубежный 3R5, C503C, LC503TWN1. Цвет свечения для фонарей чаще выбирают белым, но по большому счёту он зависит от предпочтений пользователя.

Для повышения надёжности в процессе эксплуатации печатная плата с деталями, кроме светодиода EL1, помещена в электроизоляционный чехол из термоусаживаемой трубки. Он сделан из отрезка такой трубки диаметром 6 мм и длиной около 5 мм. Этот отрезок растянут круглогубцами до диаметра примерно 9 мм, надет на печатную плату и нагрет паяльником для термоусаживания. Использование трубки меньшего диаметра, чем плата, позволяет получить более тонкий слой изоляции при достаточной его надёжности.

Все детали вместе с печатной платой размещают внутри цоколя, в данном примере от резьбовой лампы, но можно разместить и в штифтовом (байонетном) цоколе. Цоколь отделяют от неисправной лампы накаливания, например, как описано в статье [2].

Подготавливают лампу к удалению колбы, которая не всегда выходит легко, может лопнуть, разбрасывая осколки, поэтому при разборке необходимо принять защитные меры. Для этого на колбу следует нанести равномерно слой пластилина толщиной не менее 4 мм. Убедившись, что пластилин надёжно прилегает к колбе, плоскогубцами или тисками нужно несильно сжать цоколь ближе к колбе. Потом расслабить губки, повернуть лампу на 90° и ещё раз сжать цоколь. Это, как правило, освобождает колбу. Если нет, операцию повторяем. Удаляем колбу, отпаяв выводы лампы от цоколя. В случае, если колба не отделилась, а лопнула, цоколь рекомендуется выбросить, так как дальнейшие операции с ним будут опасны. Когда цоколь отделён от колбы, нужно удалить из него остатки термостойкого клея. Затем паяльником нагреть торцевой контакт и изнутри очистить в нём отверстие от припоя, например, деревянной зубочисткой.

Рис. 3

Вставляют плату с деталями в цоколь так, чтобы левый по схеме вывод дросселя L1 вышел через отверстие торцевого контакта цоколя, затем пропаивают его, оставляя полусферу припоя для лучшего контакта. Минусовый провод перегибают через верхнюю кромку цоколя и припаивают к нему. Получилась самодельная миниатюрная светодиодная цокольная лампа. Чтобы повысить надёжность работы в экстремальных условиях, желательно залить внутрь цоколя эпоксидный компаунд.

От одного гальванического элемента лампа потребляет ток 84 мА. Лампа работает от любого элемента питания, в том числе типоразмера LR44, как показано на **рис. 3**.

Самодельная светодиодная лампа может быть установлена в фонарь с патроном, соответствующим её цоколю. Лампа может работать от одного или двух элементов питания с суммарным напряжением до 3 В. На большем числе элементов питания она не проверена, так как в этом случае повышения напряжения уже не требуется. Если в батарейном отсеке фонаря остались свободные места, вместо элементов питания в них вставляют токопроводящие габаритные муляжи. Перед первой установкой необходимо проверить полярность напряжения питания, подаваемого на лампу. На торцевой контакт должен подаваться плюс, на цоколь — минус.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ращенко В.** Карманный фонарь на светодиодах. — Радио, 2004, № 1, с. 36, 37.

2. **Демьяненко С.** Сверхэкономичный источник света для карманного фонаря. — Радио, 2006, № 4, с. 58.

3. NCP1400A 100 mA, Fixed Frequency PWM Step-Up Micropower Switching Regulator. — <**http://www.onsemi.ru.com/pub_link/Collateral/NCP1400A-D.PDF**>.

Индикатор "перекоса" фаз

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Для контроля напряжения трёхфазной сети обычно применяют вольтметр переменного тока, подсоединяемый с помощью переключателя к той или иной фазе при измерении фазного напряжения или между фазами при измерении линейного напряжения. В промежутках между измерениями вольтметр остаётся подключённым к произвольно выбранной фазе, при этом напряжение остальных фаз не контролируется. Напряжение сети весьма нестабильно, поэтому я предлагаю дополнить вольтметр индикатором "перекоса" фаз, беглого взгляда на который достаточно, чтобы определить, нужно ли измерить напряжение сети для принятия решения о возможности подключения трёхфазной нагрузки.

Основа предлагаемого устройства — так называемый полноцветный светодиод, в корпусе которого размещены светоизлучающие кристаллы красного, зелёного и синего цветов свечения. Известно, что белый свет состоит из смешанных в определённой пропорции составляющих красного, зелёного и синего цветов. Если подать на кристаллы напряжение с различных фаз, отрегулировать ток через них таким образом, чтобы полноцветный светодиод светился суммарным белым светом, то получится отличный индикатор "перекоса" фаз — отклонение напряжения любой из них даже на несколько процентов станет заметным.

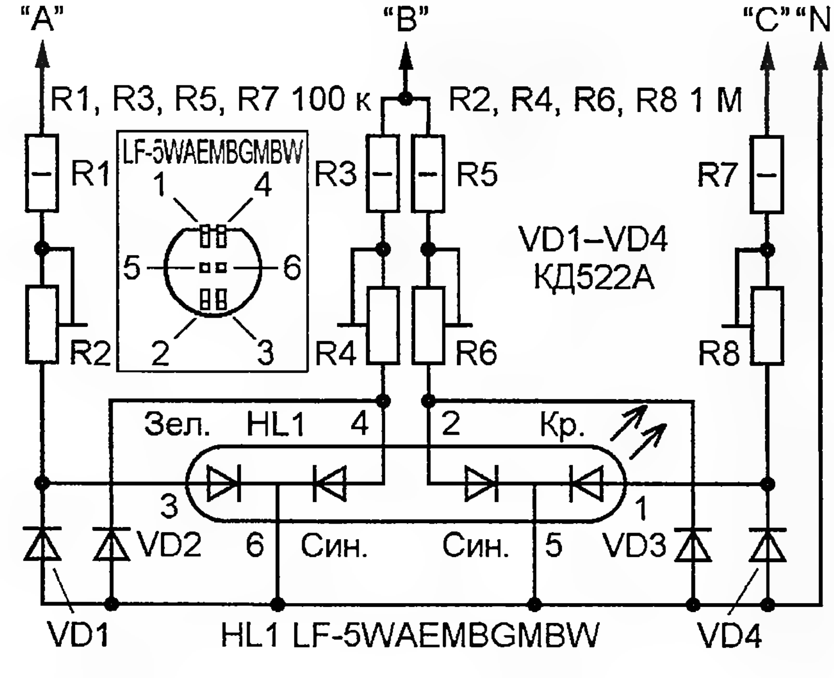


Рис. 1

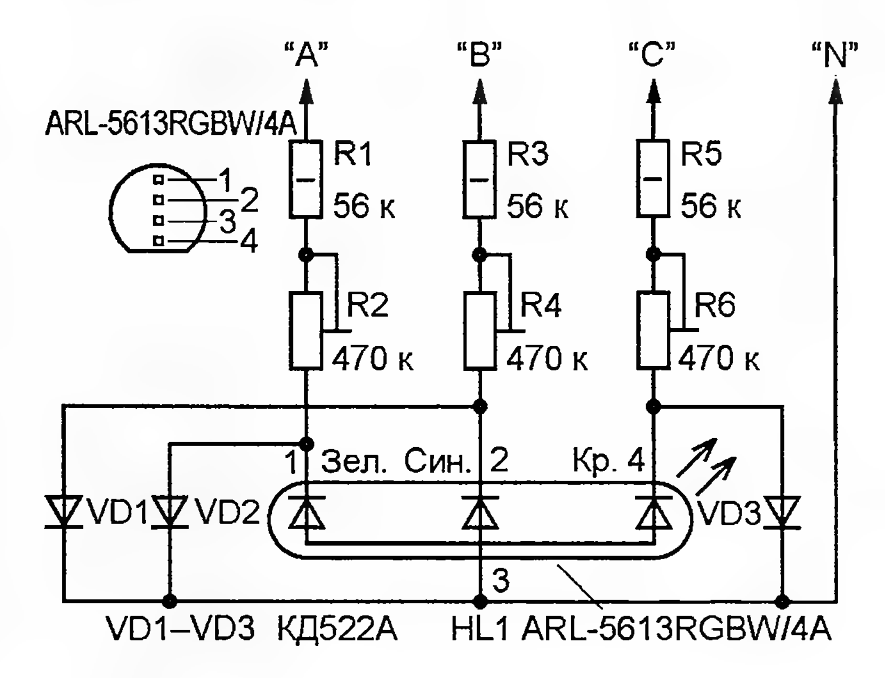


Рис. 2

На **рис. 1** изображена схема устройства с применением шестивыводного полноцветного светодиода LF-5WAEMBGMBW, а на **рис. 2** — четырёхвыводного светодиода ARL-5613RGBW/4A. Ток через каждый кристалл регулируют раздельно, своим подстроечным резистором. Маломощные кремниевые диоды, подключённые встречно-параллельно кристаллам, защищают их от обратного напряжения (вернее, ограничивают его на допустимом, безопасном для кристаллов уровне). Светодиоды в данных индикаторах мигают с частотой сети 50 Гц, но благодаря инерционности зрения их свечение кажется непрерывным.

Для повышения экономичности устройств нужно стремиться к тому, чтобы баланс белого получался при возможно большем сопротивлении подстроечных резисторов, но светодиод при этом светился с необходимой яркостью, обусловленной освещением места расположения индикатора. Смонтировать его можно в силовом щите, рядом с вольтметром, или в пульте управления трёхфазной нагрузкой — деревообрабатывающим станком, как у меня, например.

Постоянные резисторы — любые одноваттные, подстроечные — СП-II, СП3-29а, СП3-29б или аналогичные с номинальной мощностью рассеяния 1 Вт и предельным рабочим напряжением не менее 500 В.

тел. 608-28-38

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Цифровой термометр

Б. КАНАЕВ, Е. ГОЛОМАЗОВ, г. Бишкек, Кыргызстан

Описываемый ниже термометр предназначен для измерения температуры воздуха или жидкой неагрессивной среды, например, воды в бассейне. К числу достоинств прибора можно отнести достаточно широкий для бытовых нужд интервал измеряемой температуры, применение ярких светодиодных цифровых индикаторов с высотой знака 57 мм и широким углом обзора. Для удобства считывания показаний предусмотрено гашение незначащего нуля с одновременной "миграцией" знака "минус". Термометр выполнен на доступной элементной базе, не сложен в изготовлении и налаживании. Повторяемости конструкции способствует также использование самодельного датчика температуры из медного провода. Недостаток устройства — инерционность такого датчика, достигающая 5 мин, однако при измерении уличной температуры или температуры воды в бассейне с этим вполне можно смириться.

Предлагаемый вниманию читателей термометр рассчитан на измерение температуры от −99,9 до +99,9 °С. Питать прибор можно от любого нестабилизированного источника с выходным напряжением 9...10 В, потребляемая мощность — не более 5 Вт.

Прибор состоит из двух частей: платы собственно термометра (его схема показана на **рис. 1**) и платы индикации (**рис. 2**). Термометр построен на основе аналого-цифрового преобразователя КР572ПВ2А (DD3). В качестве датчика температуры RK1 использована катушка медного провода — обмотка герконового реле РЭС55 с номинальным сопротивлением 377 Ом (такую обмотку имеют реле исполнений РС4.569.600-01, РС4.569.600-06, РС4.569.600-10, РС4.569.600-14 и РС4.569.625-01, РС4.569.625-06, РС4.569.625-11). Сопротивление обмотки указано в справочнике [1] при температуре окружающей среды 20 °С. Температурный коэффициент сопротивления меди при этой температуре равен 0,392 %/°С. Изменение температуры на 100 °С вызывает изменение сопротивления $\Delta R = 377 \times 0{,}392 = 147{,}784$ Ом.

Датчик RK1 включён в одно из плеч измерительного моста. Его другое плечо — образцовый резистор R4, сопротивление которого равно сопротивлению датчика при нулевой температуре. Два верхних плеча моста образуют источники стабильного тока 3 мА, выполненные на ОУ микросхемы DA1, транзисторах VT1, VT2 и элементах R1—R3, R6, R7, C3. Это необходимо для линейного преобразования сопротивление—напряжение. Ток 3 мА не вызывает нежелательного нагрева датчика RK1. К измерительному мосту он подключён трёхпроводной линией, что позволяет избежать влияния сопротивления соединительных проводов и, главное, помех, которые наводятся на них. Экранирование проводов дополнительно ослабляет наводимые помехи, особенно на длинных линиях (в описываемом устройстве датчик температуры может быть удалён от прибора на расстояние до 300 м). Резистор R5 смещает напряжение разбаланса моста к половине питающего напряжения. Это вызвано тем, что напряжение питания АЦП в данном случае однополярное. По этой же причине смещено и подаваемое на АЦП образцовое напряжение.

Напряжение с измерительного моста через помехоподавляющий фильтр R8C8 поступает на вход АЦП (выводы 30, 31) микросхемы DD3, работающего по принципу двойного интегрирования с автокоррекцией "нуля" и автоматическим определением полярности входного сигнала. Элементы R10, C4 задают частоту внутреннего генератора АЦП, элементы R11, C5 входят в состав интегратора. Конденсатор C7 хранит потенциал образцового напряжения, формируемого делителем R9R12R13, для коррекции сдвига "нуля" интегратора. Образцовое напряжение $U_{обр}$ должно

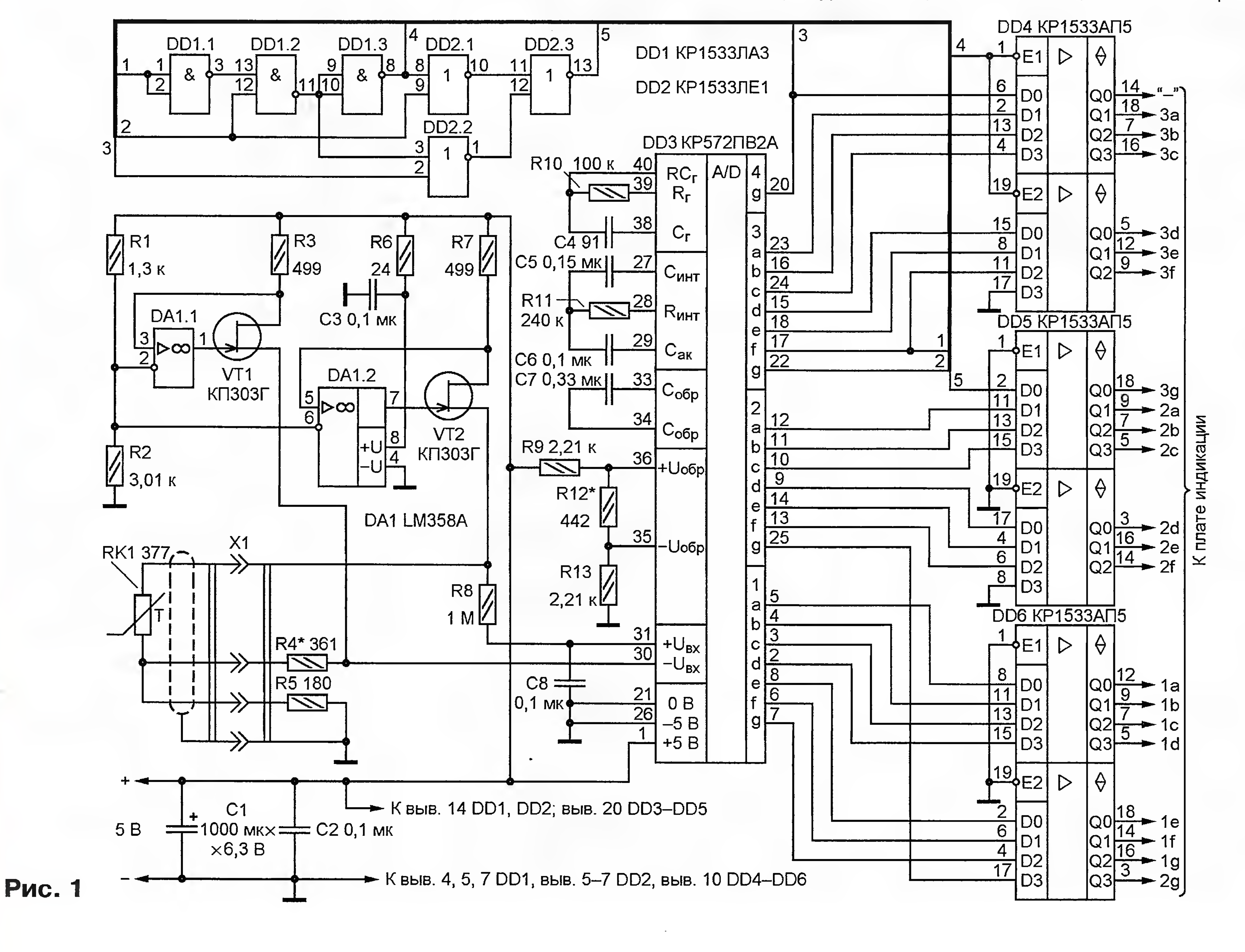


Рис. 1

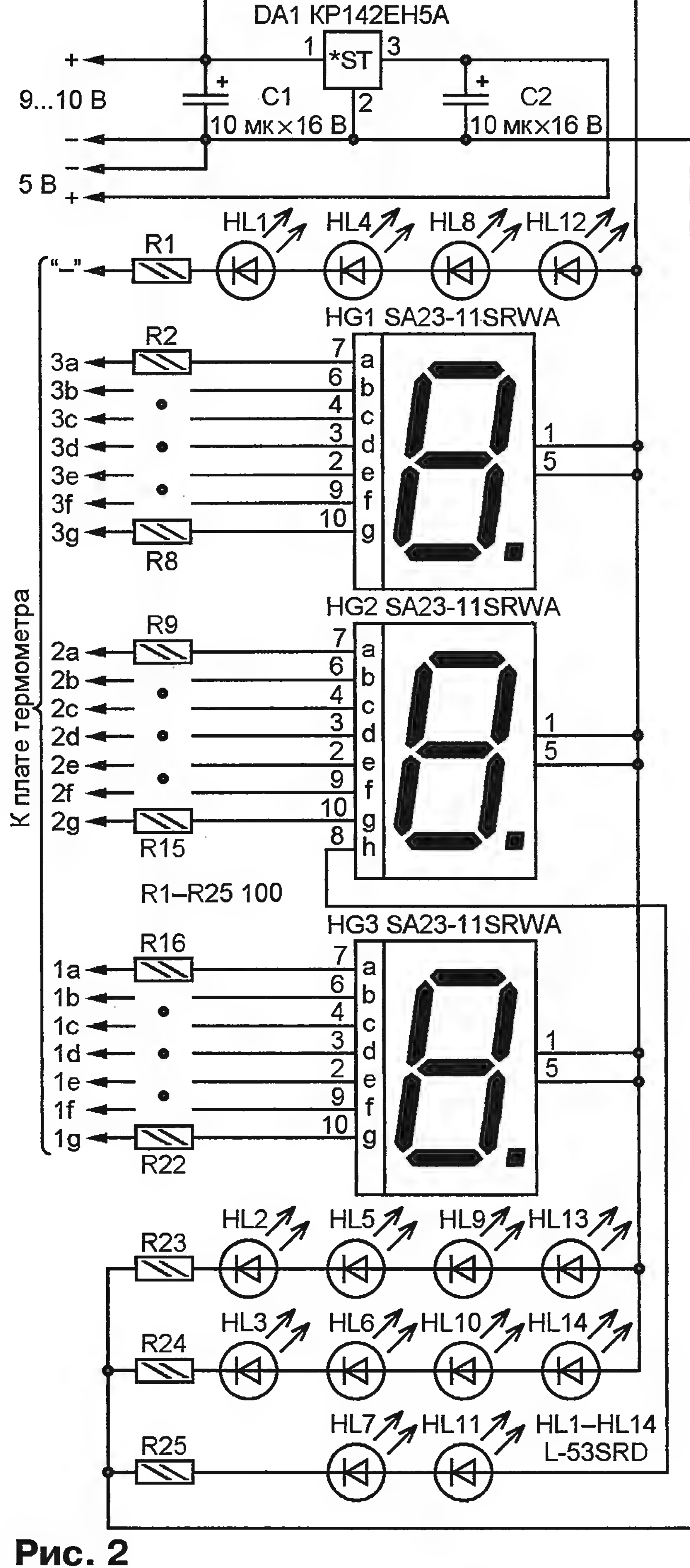


Рис. 2

Рис. 3

быть равно произведению указанных выше значений ΔR и тока источников тока: $U_{обр}$ = 147,784 Ом × 3 мА = 443,352 мВ.

Поскольку нагрузочная способность выходов микросхемы КР572ПВ2А невелика (всего 5 мА), а максимальный ток на элемент применённых в термометре цифровых индикаторов SA23-11SRWA достигает 30 мА, они подключены к микросхеме DD3 через шинные формирователи КР1533АП5 (DD4—DD6) с допустимым током на один выход 24 мА. К тому же в этих микросхемах предусмотрена возможность отключения всех выходов по сигналу на входах E1, E2, что использовано для гашения незначащего нуля.

Узел гашения нуля в старшем разряде (DD4, HG1) выполнен на элементах микросхемы DD1. Идентификация нуля осуществляется анализом логических уровней на выходах 3f (вывод 17) и 3g (вывод 22) микросхемы DD3. Совпадение уровней 3f = 1 и 3g = 0 однозначно определяет наличие нуля, при этом лог. 1 с выхода элемента DD1.3 поступает на входы E1, E2 микросхемы DD4, и она переводит свои выходы в так называемое Z-состояние (т. е. отключает их). Но этим решается только часть проблемы, так как одновременно с гашением нуля гаснет и знак "минус" (светодиоды HL1, HL4, HL8, HL12), управляемый микросхемой DD4. Для индикации знака "минус" при отображении отрицательной температуры выше −10 °С (начиная с −9,9 °С) используется элемент 3g погашенного индикатора HG1. Как видно из схемы, он управляется микросхемой DD5, а сигнал для его активации формирует устройство на элементах микросхемы DD2. Когда на выходе элемента DD1.3 появляется сигнал для гашения незначащего нуля, на выходе элемента DD2.3 возникает

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

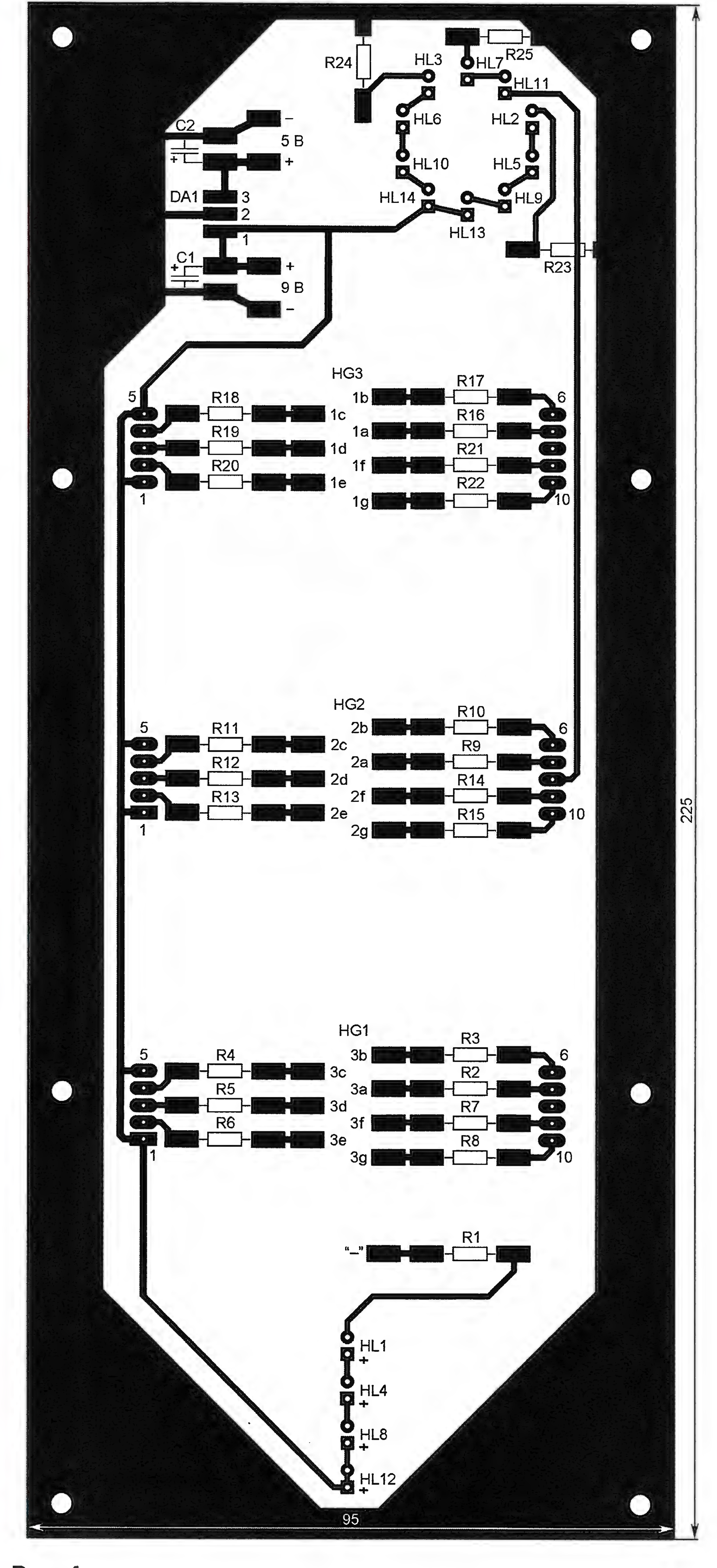


Рис. 4

сигнал лог. 1, который вызывает появление на выводе 18 микросхемы DD5 сигнала лог. 0, и элемент 3g индикатора HG1 начинает светиться, дублируя знак "минус". В остальных случаях (когда не надо гасить незначащий нуль) элемент 3g выполняет свою функцию в составе цифр, отображаемых индикатором HG1.

Светодиоды HL2, HL3, HL5—HL7, HL9—HL11, HL13, HL14 служат для отображения знака градуса Цельсия. Напряжение питания всего устройства поддерживается неизменным с помощью интегрального стабилизатора DA1.

Устройство собрано на двух печатных платах из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. На одной из них (**рис. 3**) смонтированы детали собственно термометра (разъём X1 условно не показан), на другой (**рис. 4**) — все остальные детали (выводы резисторов и соединительные провода припаивают к прямоугольным контактным площадкам).

Резисторы R1—R4, R7, R9, R12, R13 на плате термометра должны быть с допускаемым отклонением сопротивления от номинала не более ±1 % (например, С2-14, С2-29В, С2-36), остальные — МЛТ, С2-33 или аналогичные. Конденсаторы С2—С4, С8 — любые керамические подходящих размеров, С5—С7 — плёночные серий 73-16, К73-17, К73-24. Оксидные конденсаторы — также любые, подходящие по размерам и номинальному напряжению. Микросхемы серии КР1533 заменимы аналогами из серий К555, КР1544, а также соответствующими импортными аналогами, транзисторы КП303Г — другими транзисторами этой серии.

Смонтированную и отлаженную плату термометра закрепляют с помощью винтов с гайками и втулок на плате индикаторов.

Корпус прибора изготовлен из пластин алюкобонда — листового композитного материала толщиной 3 мм, состоящего из двух окрашенных алюминиевых листов толщиной до 0,5 мм, между которыми вклеен полимерный (на основе полиэтилена низкого давления) лист, и алюминиевых уголков, скреплённых заклёпками. Передняя стенка выполнена из бесцветного органического стекла. Для повышения контрастности показаний и для того, чтобы не проглядывались внутренности термометра, на неё накатана тонировочная плёнка с прозрачностью 50 %. Внешний вид прибора показан на **рис. 5**.

Для соединения с датчиком температуры использован экранированный трёхпроводный кабель, применяемый в аудиотехнике. Разъём датчика X1 — 2РМ14, но можно использовать и любой другой, подходящий по размерам и числу контактов. Для питания термометра использован блок питания от модема с выходным напряжением 9 В и током нагрузки 500 мА.

Налаживание безошибочно собранного из заведомо исправных элементов термометра сводится к его калибровке. Для этого параллельно резистору R12 подсоединяют включённый реостатом переменный резистор сопротивлением 20...30 кОм, а вместо датчика RK1 —

постоянный резистор сопротивлением 200 Ом. Включив питание, записывают показание индикатора, не обращая внимания на знак и запятую. Затем последовательно с резистором 200 Ом включают резистор сопротивлением 148 Ом и складывают новое показание с измеренным ранее. Должно получиться число ровно 100. Если сумма отличается от требуемой, изменяют сопротивление переменного резистора и повторяют описанные операции ещё раз. Добившись нужного результата, измеряют сопротивление введённой в цепь части переменного резистора и подключают параллельно резистору R12 постоянный резистор такого же сопротивления.

Далее подключают датчик RK1, а переменный резистор подсоединяют параллельно резистору R4 и с его помощью добиваются одинаковых показаний калибруемого прибора и образцового ртутного термометра с ценой деления 0,1 °C. Головку последнего и датчик калибруемого термометра следует скрепить канцелярской резинкой и выждать не менее 10 мин, для того чтобы их температура стала одинаковой. В завершение измеряют сопротивление введённой части переменного резистора и подключают параллельно R4 постоянный резистор такого же сопротивления.

Рис. 5

При установке датчика на улице желательно следовать рекомендациям, приведённым в статье [2]. Если термометр предполагается использовать для измерения температуры воды, датчик необходимо поместить в металлический стакан и залить его гидроизоляционным материалом (жидкое стекло, парафин и т. п.).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Игловский И. Г., Владимиров Г. В.** Справочник по слаботочным электрическим реле. 3-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 1990.

2. **Суров В.** Часы-термометр. — Радио, 2003, № 10, с. 39—41.

Автомат поддержания заданной температуры в теплице

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Для комфортного роста растений в теплице требуется определённая температура окружающей среды. Для поддержания её в заданных пределах и разработан предлагаемый автомат.

Основа устройства — специализированный интегральный датчик температуры LM56 [1, 2], предназначенный для использования в термостатах. Функциональная схема и графики, поясняющие особенности его работы, представлены соответственно на **рис. 1** и **2**. Микросхема содержит два компаратора (A1, A2), источник образцового напряжения U_{ref} = 1,25 В (A3), датчик температуры A4 и две выходные ступени на транзисторах VT1, VT2 с открытым коллектором. С помощью внешних резисторов R1—R3 и встроенного источника образцового напряжения A3 на выводах 3 и 2 задают пороговые значения напряжения переключения компараторов U_{T1} и U_{T2}, которые соответствуют заданным значениям температуры. В результате на выходе OUT1 (вывод 7) появляется напряжение низкого уровня, если температура превысит значение T1, и соответственно напряжение высокого уровня, если она упадёт ниже значения $T1-T_{гист}$ (гистерезис температуры, равный примерно 5 °C). Аналогично по отношению к температуре T2 формируется сигнал на выходе OUT2 (вывод 6). Напряжение $U_{ТЕМР}$ на выходе микросхемы (контакт 5) пропорционально температуре в градусах Цельсия с коэффициентом k = 6,2 мВ/°C и смещено на +395 мВ.

Рис. 1

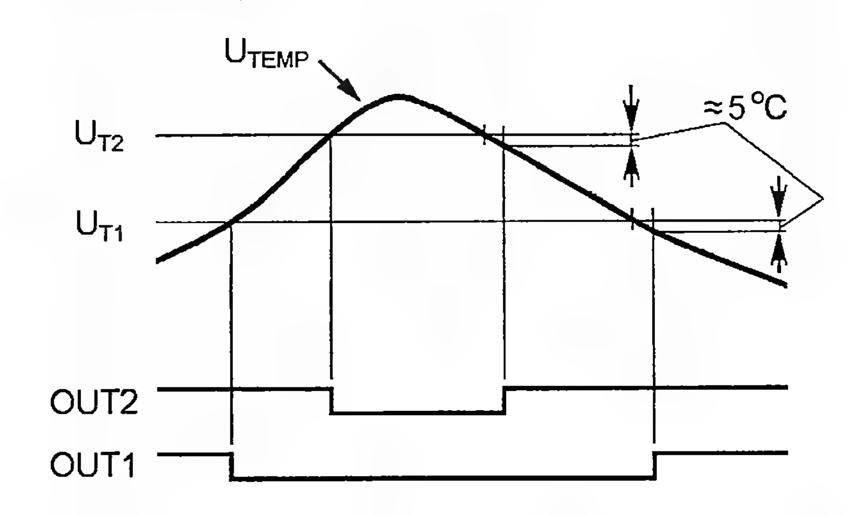


Рис. 2

Погрешность измерения температуры в интервале −40...+125 °C не превышает ±3 °C для модификации LM56BIM и ±4 °C для LM56CIM.

Рекомендуемое разработчиком суммарное сопротивление R резисторов делителя напряжения R1—R3 — 27 кОм. Сопротивление каждого из них в отдельности рассчитывают исходя из следующих соотношений:

$U_{T1} = U_{ref}\,R3/(R1+R2+R3) = U_{ref}\,R3/R;$

$U_{T2} = U_{ref}\,(R3+R2)/(R1+R2+R3) = U_{ref}\,(R3+R2)/R.$

В то же время $U_{T1(T2)} = kT + 395$ мВ, где k = 6,2 мВ/°C, а T — значение температуры, соответствующее нижнему (T1) или верхнему (T2) пределу заданного интервала. Приравняв правые части выражений для U_{T1} и U_{T2}, получаем

$R3 = RU_{T1}/U_{ref} = R(kT1 + 395)/U_{ref};$

$R2 = RU_{T2}/U_{ref} - R3 = R(kT2 + 395)/U_{ref} - R3;$

$R1 = R - (R2+R3).$

Принципиальная схема устройства поддержания заданной температуры в теплице показана на **рис. 3**. Кроме интегрального датчика температуры DA1, оно содержит три электронных ключа на полевых транзисторах VT1—VT3, нагруженных оптосимисторами U1, U2, два мощных симистора (VS1,

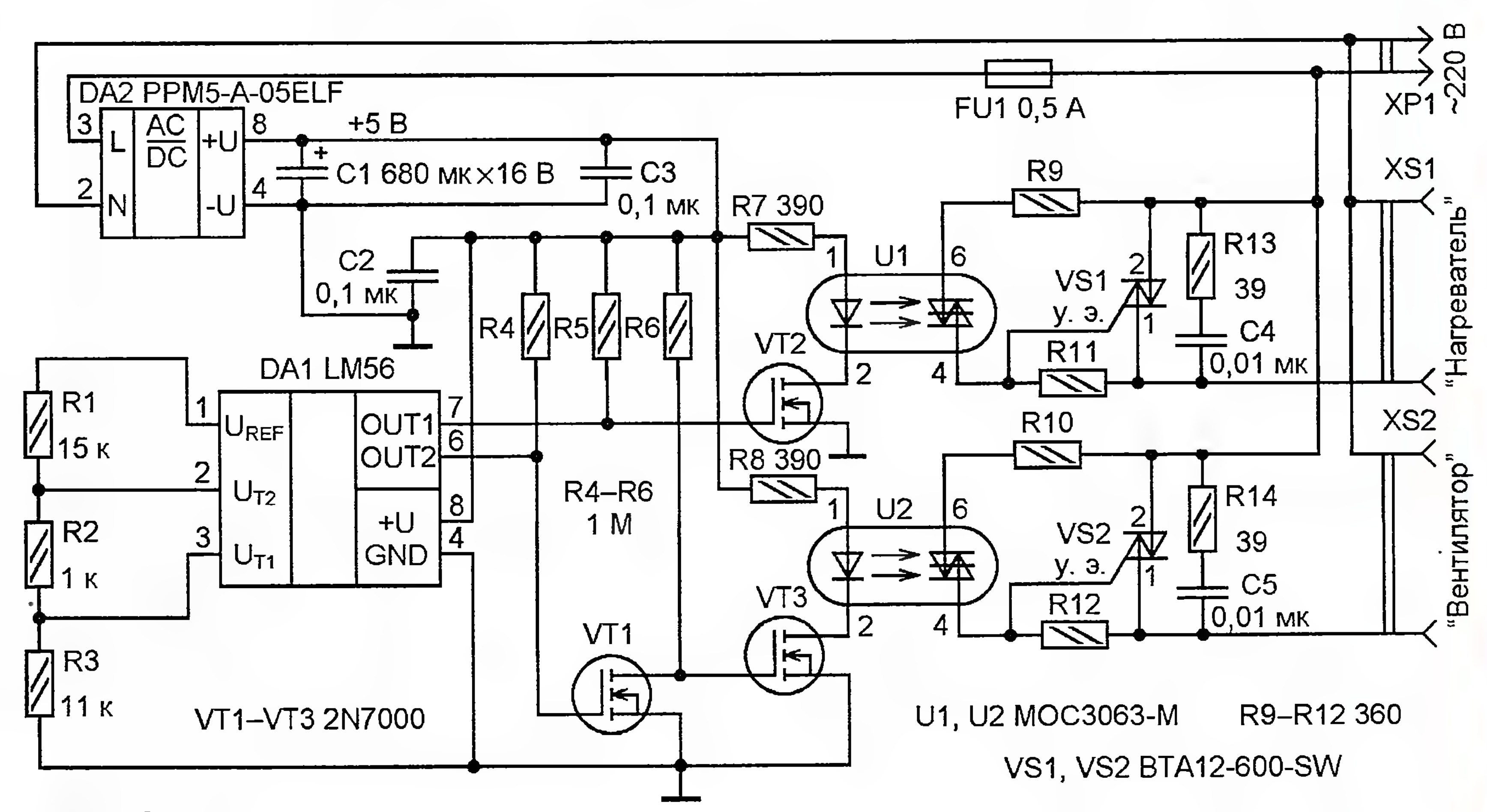


Рис. 3

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

VS2), управляющих системами обогрева и вентиляции теплицы, и источник питания на микросхеме DA2 PPM5-A-05ELF [3], представляющей собой преобразователь переменного сетевого напряжения в стабилизированное постоянное 5 В. Применение в качестве ключей полевых транзисторов обусловлено низкой нагрузочной способностью выходов микросхемы DA1 (максимальный ток коллектора её выходных транзисторов — всего 50 мкА), что требует достаточно высокоомной нагрузки.

Номиналы резисторов делителя напряжения R1—R3 задают пороги срабатывания компараторов микросхемы DA1, соответствующие значениям температуры примерно 18 (T1) и 26 °С (T2). Алгоритм работы устройства следующий. Если температура в теплице ниже 18 °С, то после включения питания на обоих выходах интегрального датчика DA1 появляется высокий логический уровень. При этом открываются транзисторы VT1 и VT2. Первый из них шунтирует участок затвор—исток транзистора VT3 и он закрывается, а второй через токоограничивающий резистор R7 подключает к источнику питания излучающий диод оптрона U1. В результате открывается симистор оптрона и на резисторе R9 создаётся падение напряжения, достаточное для открывания мощного симистора VS1, нагрузкой которого являются нагреватели системы обогрева теплицы.

Когда температура в теплице поднимется выше 18 °С, высокий уровень на выходе OUT1 (вывод 7) сменится низким, транзистор VT2 закроется и система обогрева отключится. Однако, как правило, нагревательные элементы инерционны, т. е. после отключения от сети они ещё некоторое время держат тепло. Поэтому воздух в теплице будет продолжать нагреваться, и если температура превысит 26 °С, на выходе OUT2 (вывод 6 DA1) появится низкий логический уровень, транзистор VT1 закроется, а VT3 откроется, включив оптосимистор DA4 и мощный симистор VS2, посредством которого включится система вентиляции теплицы.

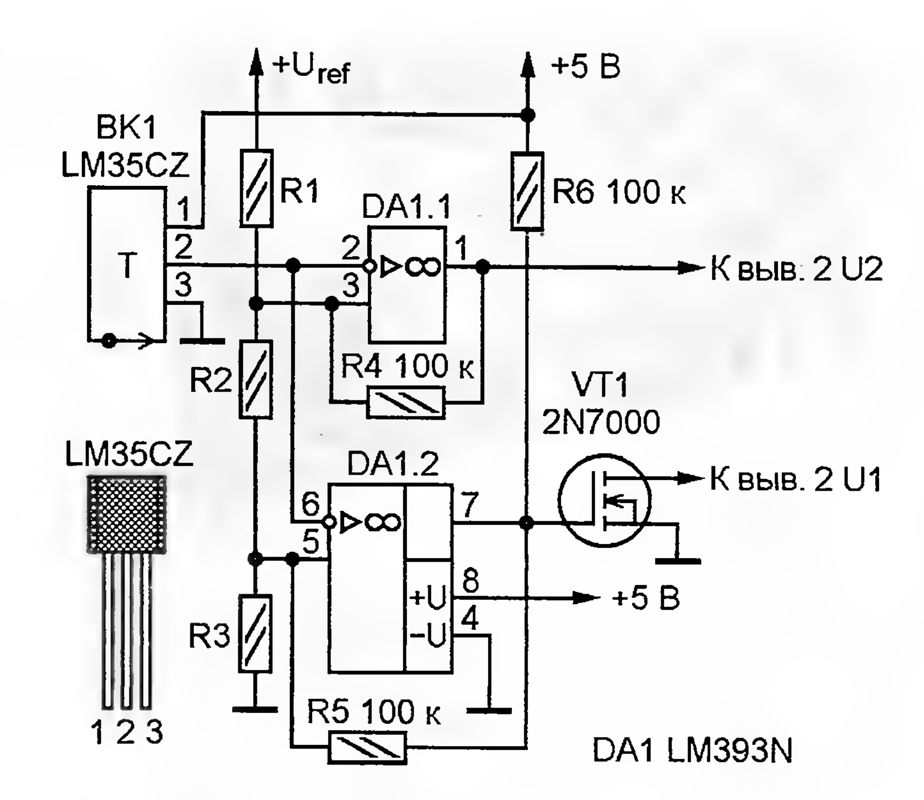


Рис. 4

Вентиляторы будут работать до тех пор, пока температура воздуха в теплице не понизится до 21 °С (с учётом гистерезиса, равного примерно 5 °С). Когда это произойдёт, на выходе OUT2 вновь установится высокий уровень и вентиляция выключится. При понижении температуры до 13 °С (с учётом гистерезиса) вновь включатся обогреватели. Интервал температуры может быть и иным, это зависит от вида растений, которые вы собираетесь выращивать в теплице. Можно также использовать несколько переключаемых делителей или использовать переменные резисторы для задания различных интервалов температуры в теплице.

При исправных деталях и отсутствии ошибок в монтаже налаживания рассматриваемое устройство не требует. Достаточно использовать резисторы R1—R3 с допускаемым отклонением сопротивления от номинального значения ±1 %. Впрочем, соблюдение этого требования не обязательно, так как нормальный интервал температуры в теплице для большинства выращиваемых растений — от 15 до 30 °С, что позволяет не так точно устанавливать пороги срабатывания компараторов.

В устройстве можно применить любые маломощные полевые транзисторы с изолированным затвором и n-каналом, у которых максимальный ток стока больше 20 мА. Оптосимисторы MOC3063M (U1, U2) заменимы другими аналогичными с рабочим напряжением не менее 400 В. Замену мощным симисторам BTA12-600 (VS1, VS2) выбирают исходя из суммарной мощности включаемых ими исполнительных устройств — нагревателей, втяжных и вытяжных вентиляторов и фрамужных открывателей.

При отсутствии микросхемы LM56 (DA1) можно собрать её аналог на основе широко распространённых микросхем — аналогового датчика температуры LM35 и сдвоенного компаратора LM393 (**рис. 4**). Резисторы делителя R1—R3, определяющие пороги срабатывания компараторов, рассчитывают по приведённым выше формулам, но для LM35 коэффициент преобразования k = 10 мВ/°С, а смещение равно 0. В качестве образцового (U_{ref}) можно использовать напряжение питания +5 В.

Преобразователь напряжения PPM5-A-05ELF заменим любым источником питания на дискретных элементах, обеспечивающим стабилизированное выходное напряжение +5 В при токе нагрузки 50...100 мА.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иванов Е.** Интегральные датчики температуры National Semiconductor. — Новости электроники, 2007, № 10, с. 13.

2. LM56 — Dual Output Low Power Thermostat — National Semiconductor. — <**http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/8981/NSC/LM56.html**>.

3. PPMxx-x-xxELF. 5—25 W AC/DC CONVERTER SINGLE OUTPUT. — <**http://www.peak-electronics.de/DATA/acdc/PPMxx-x-ELF-Sep09.pdf**>.

Выключатель освещения в подсобном помещении

С. КРУШНЕВИЧ, г. Киев, Украина

Включив освещение при входе в подсобное помещение, человек его зачастую либо просто забывает выключить при выходе, либо руки уже заняты. В результате свет продолжает гореть длительное время. В подобных случаях устанавливают выключатель, меняющий своё состояние при каждом открывании и закрывании двери, таймер или датчик движения.

Предлагаемый автоматический выключатель представляет собой таймер, выключающий освещение через заданное время. Он предназначен для управления светодиодной лентой на напряжение 12 В, которую можно применять и для освещения помещений с высокой влажностью. Схема прибора изображена на **рис. 1**.

При нажатии на кнопку SB1 на блок питания U1 (сетевой адаптер) подаётся напряжение 220 В. Постоянное напряжение 12 В с выхода блока, пониженное интегральным стабилизатором DA1 до 5 В, поступает на микроконтроллер DD1, и он начинает работать, установив согласно программе высокие логические уровни на своих выходах GP0—GP2. Включаются светодиодная лента и установленный вблизи кнопки SB1 светодиод HL1. На обмотку реле K1 подаётся напряжение. Замкнувшиеся контакты реле K1.1 шунтируют верхнюю (по схеме) группу контактов кнопки. Это обеспечивает свечение светодиодной ленты и после отпускания кнопки.

По истечении 30 мин с момента подачи питания микроконтроллер начинает уменьшать длительность питающих светодиодную ленту импульсов, плавно снижая её яркость до нулевой. Этот процесс занимает приблизительно 3 мин. По его окончании программа устанавливает на выводе GP2 микроконтроллера низкий логический уровень и закрывшийся транзистор VT1 разрывает цепь питания обмотки реле K1, контакты K1.1 которого отключают блок питания U1 от сети. Выключенное устройство не потребляет электроэнергии, и его не требуется дополнительно отключать при длительном отсутствии хозяев.

В случае нажатия на кнопку SB1 до истечения 30-минутного интервала дальнейший его отсчёт прекращается и немедленно начинается описанная вы-

ше процедура снижения яркости ленты и выключения устройства.

Выключатель собран на макетной плате (**рис. 2**), все соединения выполнены гибким многожильным проводом МГТФ. К выводам микроконтроллера PIC10F206-I/OT (в шестивыводном корпусе SOT-23A для поверхностного монтажа) для их соединения с другими деталями припаяны тонкие неизолированные провода, а сам микроконтроллер закреплён на плате прозрачным герметиком.

K1.1
XP1
~220 В
SB1
EL1
U1
DA1 78L05
+12 В
STU
C1 1000 мк × × 16 В
C2 100 н
К выв. 5 (2) DD1
К выв. 2 (7) DD1
VD1 1N4001
K1
К светодиодной ленте (12 В)
HL1 OSPG5131A-RS
DD1 PIC10F206-I/OT (PIC10F206-I/P)
GP3 MCU GP0 GP1 GP2
6 (8)
1 (5)
3 (4)
4 (3)
R1 10 к
R2 270
R3 270
R4 270
VT1 KT815A
VT2 KT815A

Рис. 1

Можно применить и микроконтроллер PIC10F206-I/P в восьмивыводном корпусе DIP. Номера выводов последнего на рис. 1 приведены в скобках. Пригодны также микроконтроллеры PIC10F200, PIC10F202, PIC10F204 с такими же индексами. Они различаются лишь объёмом памяти и наличием либо отсутствием не требующегося в данной конструкции встроенного компаратора. При необходимости программу, исходный текст которой имеется в приложении, можно перекомпилировать для PIC16F628, PIC12F629 и других микроконтроллеров семейства PIC.

Рис. 2

Автор программировал уже установленный в выключатель микроконтроллер, припаяв к его выводам согласно схеме, показанной на **рис. 3**, провода от разъёма XP1, к которому затем был подключён программатор. Указанные на схеме номера контактов разъёма соответствуют программаторам PICKit2 и PICKit3.

Перед загрузкой в микроконтроллер программы следует с помощью программатора прочитать содержимое его памяти программ и сохранить для последующего восстановления находящуюся в её последней ячейке индивидуальную для каждого экземпляра микроконтроллера калибровочную константу. Если она будет стёрта и правильно восстановить её не удастся, частота внутреннего тактового генератора микроконтроллера станет заметно отличаться от номинальной, что скажется на длительности формируемых программой интервалов времени.

После успешной загрузки программы в микроконтроллер и проверки работоспособности автоматического выключателя не требующийся более разъём был удалён.

В качестве K1 пригодно любое малогабаритное реле с обмоткой на 12 В и контактами, рассчитанными на коммутацию переменного напряжения 220 В. Автор применил реле MI-SS-112L.

Транзисторы KT815A можно заменить любыми кремниевыми структуры n-p-n с допустимыми напряжением коллектор—эмиттер не менее 15 В и током коллектора, не менее чем на 20 % превышающим рабочий ток обмотки реле (для транзистора VT1) или светодиодной ленты (для транзистора VT2). При

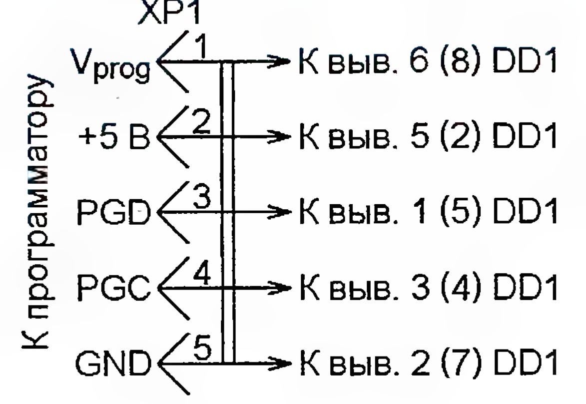


Рис. 3

необходимости транзисторы должны быть снабжены теплоотводами.

В случае использования длинных соединительных проводов между выходом стабилизатора DA1 и выводами питания микроконтроллера DD1 желательно заменить керамический конденсатор C2 двумя такими же, установив каждый из них как можно ближе к выводам соответственно стабилизатора и микроконтроллера.

Кнопка SB1 должна быть рассчитана на переменное напряжение не менее 220 В и пусковой ток блока питания. Но она не обязательно должна быть сдвоенной. Можно применить две отдельные кнопки, нажимая на одну из них (соответствующую верхним по схеме контактам), чтобы включить освещение, а на другую (соответствующую нижним контактам), чтобы досрочно выключить его. Автор применил в качестве кнопок одинарные микропереключатели — импортные аналоги МП9-Р1. Однако практика показала, что пользоваться ими удобнее, когда они установлены рядом, а их толкатели механически соединены. Это избавляет от раздумий, на какую кнопку следует нажать, чтобы включить или выключить свет.

Блоком питания U1 послужил готовый импульсный сетевой адаптер с выходным постоянным напряжением 12 В и допустимым током нагрузки 1 А.

Светодиодная лента — любая с рабочим напряжением 12 В. Вместо неё могут быть применены отдельные светодиоды с ограничивающими ток резисторами или лампы накаливания на такое же напряжение. При использовании ламп транзистор VT2 следует подбирать исходя из их пускового тока, который в несколько раз превышает рабочий.

С описанным выключателем можно использовать и обычную лампу накаливания на 220 В. На схеме рис. 1 эта лампа обозначена EL1, а её подключение показано штриховыми линиями. Функция плавного снижения яркости в этом случае не действует.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/LEDLampControl.zip** на нашем FTP-сервере.*

Указатель включённой передачи

С. КАШУТИН, г. Трёхгорный Челябинской обл.

Основой для разработки и изготовления этого указателя включённой передачи коробки переключения передач автомобиля стал прибор, описанный в статье С. Гуляева "Индикатор включённой передачи" ("Радио", 2010, № 6, с. 41). О том, что такой указатель полезен как новичкам, так и опытным водителям, в ней сказано достаточно, чтобы появилось желание такой прибор изготовить и установить в свой автомобиль. Но автору предлагаемой статьи захотелось усовершенствовать его, дополнив некоторыми новыми функциями.

Отличительная особенность предлагаемого указателя включённой передачи — индикация включения не только прямых передач, но и заднего хода, а также стояночного тормоза. Кроме того, в определённых случаях на индикатор выводятся стрелки, рекомендующие водителю перейти на повышенную или пониженную передачу.

При установке в автомобиле несложного датчика нейтрального положения рычага перемены передач указатель сигнализирует и о нём. А когда двигатель заведён, но автомобиль не движется, указатель превращается в квазианалоговый тахометр.

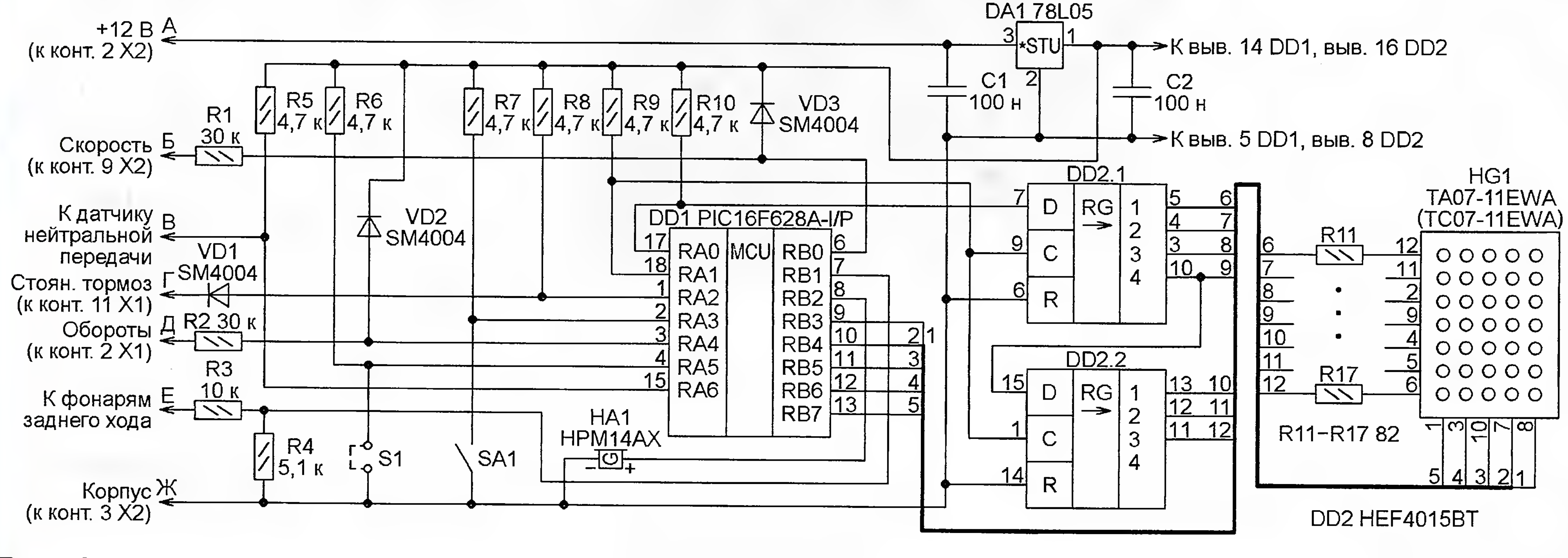


Рис. 1

Схема указателя изображена на **рис. 1**. Поскольку собранный мной прибор установлен в автомобиле ВАЗ-2110, позиционные номера разъёмов X1 и X2 и номера их контактов соответствуют принципиальной схеме комбинации приборов этого автомобиля.

Основа указателя — микроконтроллер DD1, работающий от внутреннего тактового RC-генератора. Начиная свою работу, программа микроконтроллера конфигурирует выводы его портов как входы и выходы в соответствии с их назначением в указателе, отключает неиспользуемые внутренние модули. Затем циклически происходит анализ сигналов датчиков скорости движения и частоты вращения коленчатого вала двигателя, выключателя фонарей заднего хода, контактных датчиков стояночного тормоза, нейтральной передачи и выключателя режима калибровки SA1, проверяется наличие перемычки S1. По результатам анализа этих сигналов на матричном светодиодном индикаторе HG1 формируются изображения символов, характеризующих включённую передачу и некоторые особые ситуации.

Информация на индикатор HG1 выводится в динамическом режиме. Если применён индикатор с общими анодами светодиодов каждого столбца матрицы, например TA07-11EWA, перемычка S1 должна отсутствовать. При этом на каждом из выходов RB3—RB7 микроконтроллера программа поочерёдно, через определённые промежутки времени, устанавливает напряжение высокого логического уровня при низком уровне на остальных четырёх выходах. Этим выбирается один из столбцов светодиодов индикатора HG1.

Какие из светодиодов выбранного столбца будут включены, определяет код, загруженный микроконтроллером через выходы RA0 и RA1 в сдвиговый регистр DD2. Низкий уровень на выходе регистра означает, что соединённый с ним катодом светодиод активного в данный момент столбца матрицы включён, а высокий — выключен. По истечении установленного времени программа выбирает следующий столбец и загружает в сдвиговый регистр предназначенный для него код. За счёт инерции зрения все светодиоды, образующие выводимый символ, кажутся включёнными одновременно.

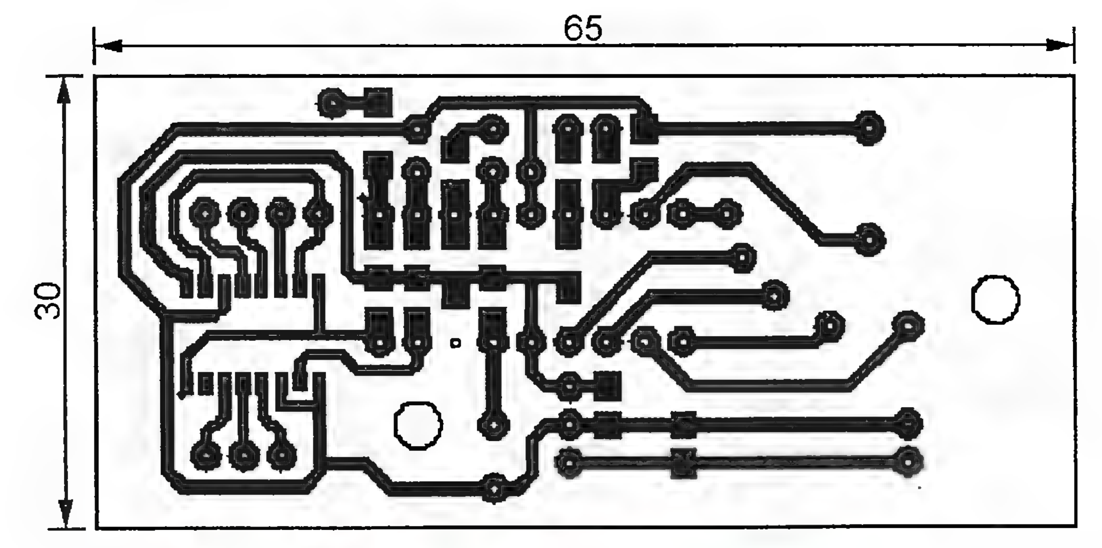
Если применён индикатор с общими катодами светодиодов каждого столбца, например TC07-11EWA, перемычку S1 следует установить. В этом случае импульсы на выходах RB3—RB7 и коды, загружаемые в сдвиговый регистр DD2, будут программно проинвертированы, что и требуется для работы такого индикатора.

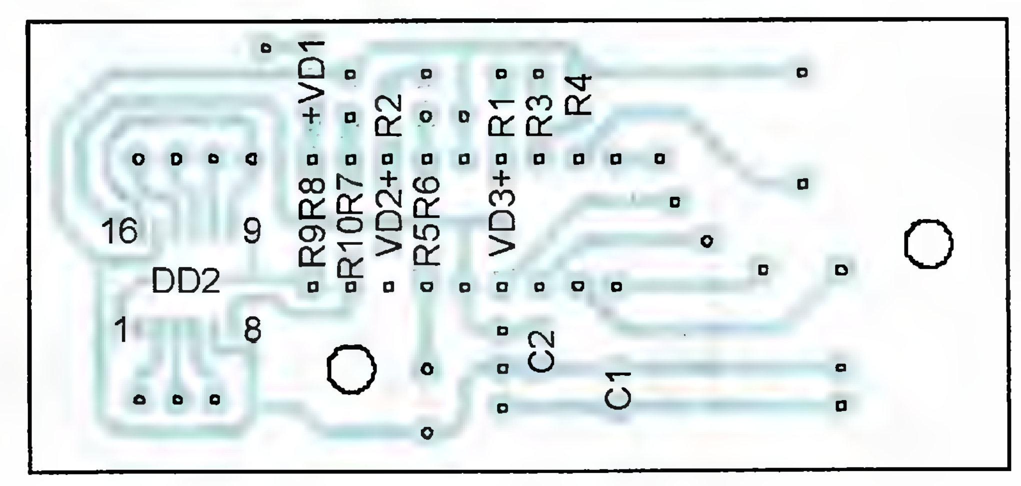
Большинство деталей указателя размещены на печатной плате, показанной на **рис. 2**, а индикатор HG1 с гасящими резисторами R11—R17 — на отдельной небольшой печатной плате, изображённой на **рис. 3**. Платы соединяют между собой жгутом монтажных проводов, причём номера контактных площадок, к которым их припаивают, на обеих платах совпадают с номерами проводов согласно схеме рис. 1. Платы рассчитаны на установку резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Диоды VD1—VD3 и сдвиговый регистр DD2 — также в корпусах для поверхностного монтажа.

Плату с индикатором помещают в удобном для наблюдения его показаний водителем месте. Основную плату крепят на стойках к обратной стороне комбинации приборов автомобиля или помещают в корпус подходящих размеров. Соединения указателя с комбинацией приборов выполняют отрезками монтажного провода.

Если автомобиль неподвижен и при этом включён стояночный тормоз (на катоде диода VD1 установлен логически низкий уровень напряжения), на индикатор выводится буква P. Если включена передача заднего хода, на индикаторе отображается буква R и звучит серия прерывистых звуковых сигналов, подаваемых излучателем звука HA1, дополнительно привлекающих внимание водителя. Буква R имеет приоритет перед P. Значит, если пере-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru





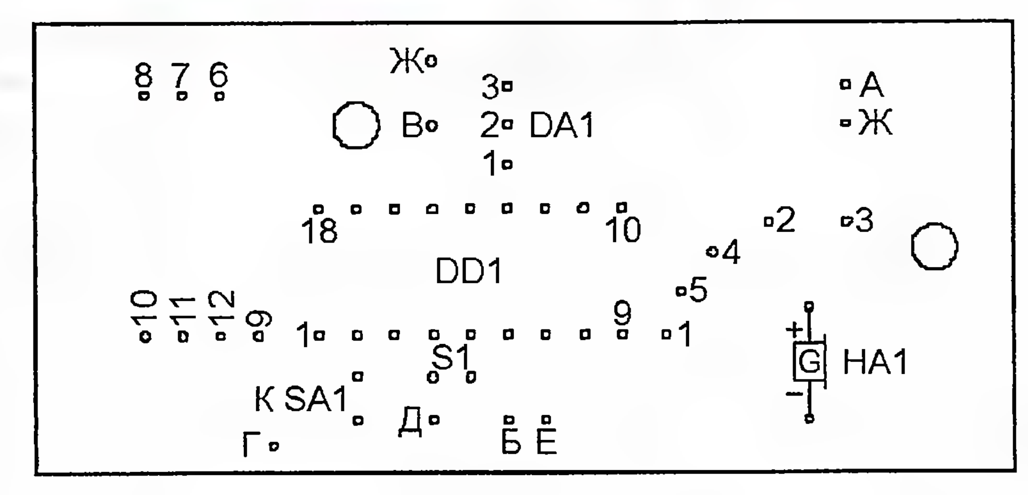
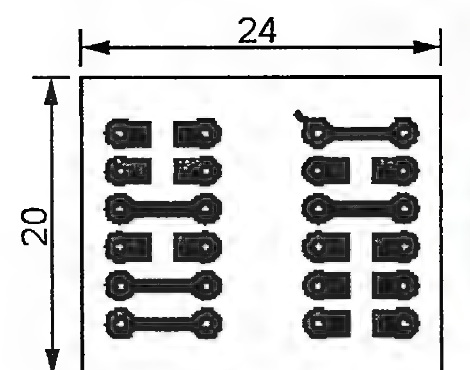


Рис. 2



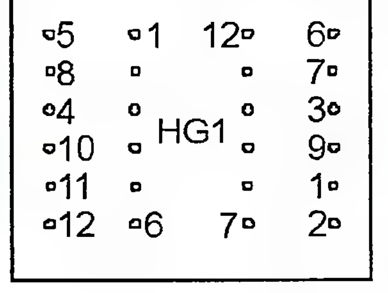


Рис. 3

дачу заднего хода и стояночный тормоз включить одновременно, будет выведена буква R и подан звуковой сигнал.

Если не включены стояночный тормоз или передача заднего хода и при этом автомобиль не движется, индикатор превращается в шкалу псевдоаналогового тахометра. Высота столбца светящихся светодиодов пропорциональна частоте вращения коленчатого вала двигателя. Импульсный сигнал с датчика частоты вращения поступает на вход RA4 DD1 через резистор R2 и защитный диод VD2. По каждому импульсу выполняется инкремент содержимого регистра TMR0 внутреннего таймера микроконтроллера. В результате число импульсов, подсчитанных таймером за определённое время, пропорционально частоте вращения коленчатого вала.

Если двигатель остановлен, столбец погашен. При частоте вращения не более 1000 мин$^{-1}$ его высота — один светодиод, при частоте 1000...2000 мин$^{-1}$ — два, при 2000...3000 мин$^{-1}$ — три. И так далее до шести светодиодов при частоте 5000 мин$^{-1}$. Если частота более 5500 мин$^{-1}$, вспыхивает весь индикатор, предупреждая водителя о недопустимости дальнейшего повышения частоты без нагрузки на двигатель.

Когда автомобиль движется, импульсный сигнал от датчика скорости его движения поступает на вход RB0 DD1 через резистор R1 и защитный диод VD3. Программа микроконтроллера подсчитывает число этих импульсов за промежутки времени между переполнениями таймера TMR0, обратно пропорциональные частоте вращения коленчатого вала. Поэтому результат счёта пропорционален отношению частот вращения выходного вала коробки передач и коленчатого вала двигателя, т. е. при полностью включённом сцеплении — передаточному числу коробки. Образцовые значения, на основании сравнения с которыми программа выносит заключение о включённой передаче (с первой по пятую), хранятся в EEPROM микроконтроллера.

По текущей частоте вращения коленчатого вала двигателя программа анализирует правильность выбора передачи. На первой и второй передачах двигаться рекомендуется при частоте вращения коленчатого вала не более 3000 мин$^{-1}$. На третьей и четвёртой передачах допустимая частота увеличена до 4000 мин$^{-1}$, а её минимальное значение на третьей—пятой передачах принято равным 1400 мин$^{-1}$. При выходе за эти пределы на индикаторе цифр номера включённой передачи заменяются стрелками, подсказывающими, что нужно сменить передачу и в каком направлении. Через 1,5...2 с вновь выводится номер включённой передачи.

При нажатой педали сцепления результаты счёта импульсов могут не соответствовать ни одной из имеющихся передач. О такой ситуации сигнализирует буква С на индикаторе.

Иногда при движении двигатель глохнет. Причины этого могут быть разными, но в такой ситуации наибольшую опасность представляет потеря эффективности тормозов. О необходимости запустить двигатель предупреждает буква Д на индикаторе.

Зная передаточные числа зубчатых пар коробки перемены передач автомобиля и характеристики установленных на нём датчиков частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости движения, можно заранее рассчитать образцовые числа импульсов для определения включённой передачи и занести их в EEPROM микроконтроллера при его программировании. Но предусмотрен и другой способ.

Выберите достаточно длинный прямолинейный участок дороги с небольшим движением. После запуска двигателя замкните выключатель SA1. На индикатор будет выведена буква K. Включите первую передачу и начните движение. Микроконтроллер подсчитает импульсы датчика скорости и вычислит среднее арифметическое значение результатов трёх измерений. На индикатор будет выведен номер передачи — первый. Не прекращая движения, включите вторую передачу и дождитесь, когда на индикаторе появится её номер. Такие же операции выполните с остальными передачами, вплоть до пятой. После этого полученные результаты будут автоматически записаны в EEPROM. Прозвучит звуковой сигнал. Разомкните выключатель SA1. Указатель готов к эксплуатации.

Датчик нейтрального положения рычага перемены передач можно изготовить из постоянного магнита и геркона. Магнит укрепляют на рычаге, а геркон располагают поблизости так, чтобы он был замкнут под действием магнитного поля только при нейтральном положении рычага. При этом на индикатор будет выведена буква N.

***От редакции**. Программа микроконтроллера размещена по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/indvkp.zip** на нашем ftp-сервере.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 8, 2013

ПЕРЕВЕРЗЕВ Е. Часы-календарь. — Радио, 2009, № 9, с. 33, 34.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме индикаторов HG1—HG8, светодиодов HL1, HL2, кнопок SB1—SB3 и датчика температуры BK1. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсаторы C1, C2 — оксидные импортные, C3 — керамический К10-17, C4 — ионистор EECS5R5H105 фирмы Panasonic, C5, C6 — керамические КМ. Не показанный на схеме конденсатор C7 (также К10-17 ёмкостью 0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микроконтроллера. Остальные детали — указанных в статье типов.

Кварцевый резонатор ZQ1 — в корпусе HC-49US, ZQ2 — в миниатюрном цилиндрическом корпусе. Во избежание выхода микроконтроллера из строя во время пайки, а также для удобства его замены в процессе эксплуатации рекомендуется установить на плате 40-гнёздную розетку (панель).

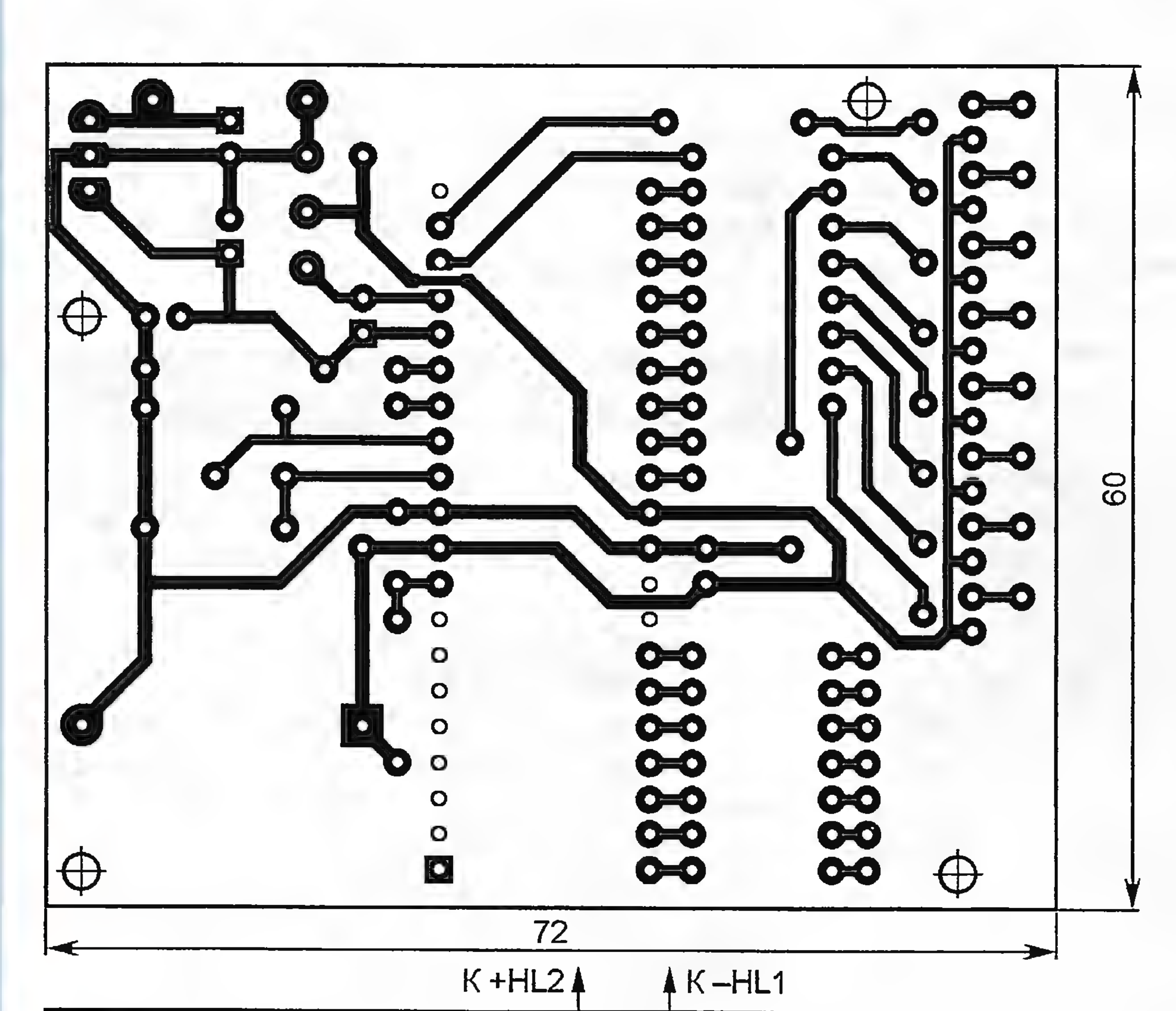
ГАСАНОВ Р. Самопрограммируемый автомат для подачи звонков. — Радио, 2009, № 7, с. 52.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы изображён на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме трансформатора T1, выключателей SA1, SA2, кнопок SB1, SB2 и индикатора HG1. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, С2-33, подстроечного СП3-19а, керамических конденсаторов КТ-1, КД-1 (C1, C3), оксидных импортных (остальные) и кварцевого резонатора в корпусе HC-49US. Диоды VD1—VD5 — 1N4005, реле K1 — РЭН34 исполнения ХП4.500.000-01 (сопротивление обмотки — 288...352 Ом, ток срабатывания — 40 мА). Конденсатор C6 (типоразмера 1210 для поверхностного монтажа ёмкостью 0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микроконтроллера DD1. Остальные детали — указанных в статье типов.

Во избежание выхода микроконтроллера из строя во время пайки, а также для удобства замены его в процессе эксплуатации рекомендуется установить на плате 18-гнёздную панель. Реле на плате закрепляют винтами М4 с гайками. Выводы его обмотки (на рис. 2 обозначены буквами А и Б) соединяют с соответствующими контактными площадками отрезками монтажного провода. Нагрузку (звонки) подключают к выводам контактов реле проводами соответствующего сечения.

Числа рядом с отверстиями, расположенными поблизости от отверстий под левые (по чертежу) выводы резисторов R5—R11 и выводы 1 и 2 микросхемы DD1, обозначают номера выводов индикатора HG1, подлежащих соединению с ними.



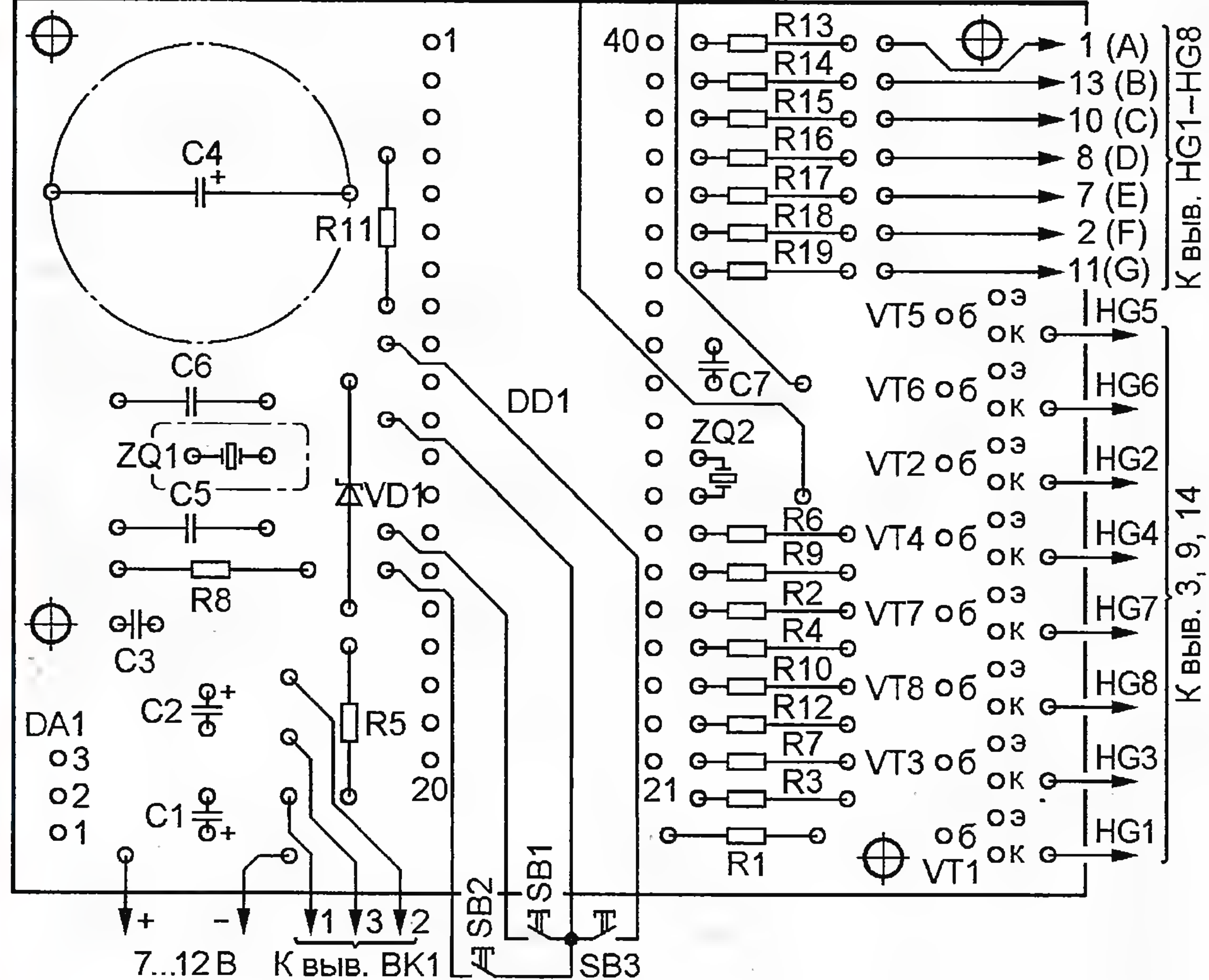
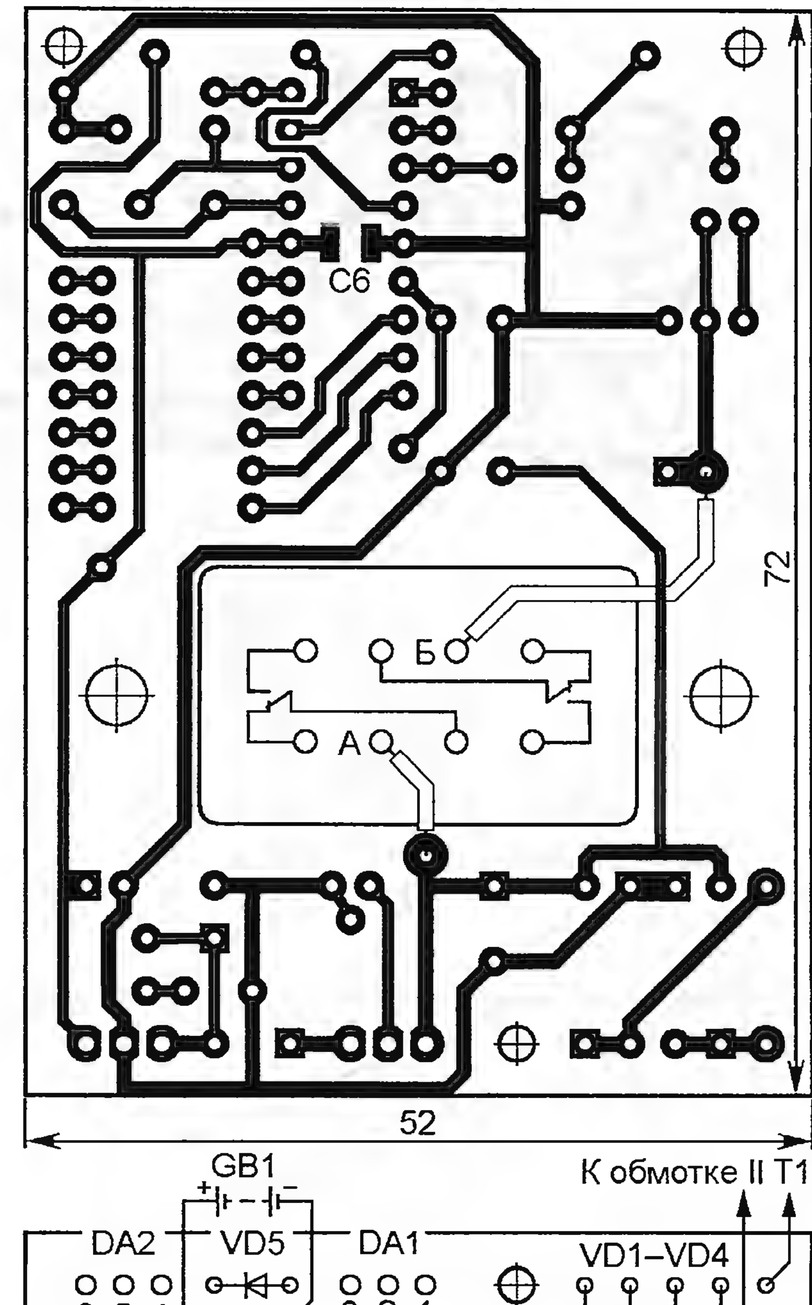


Рис. 1



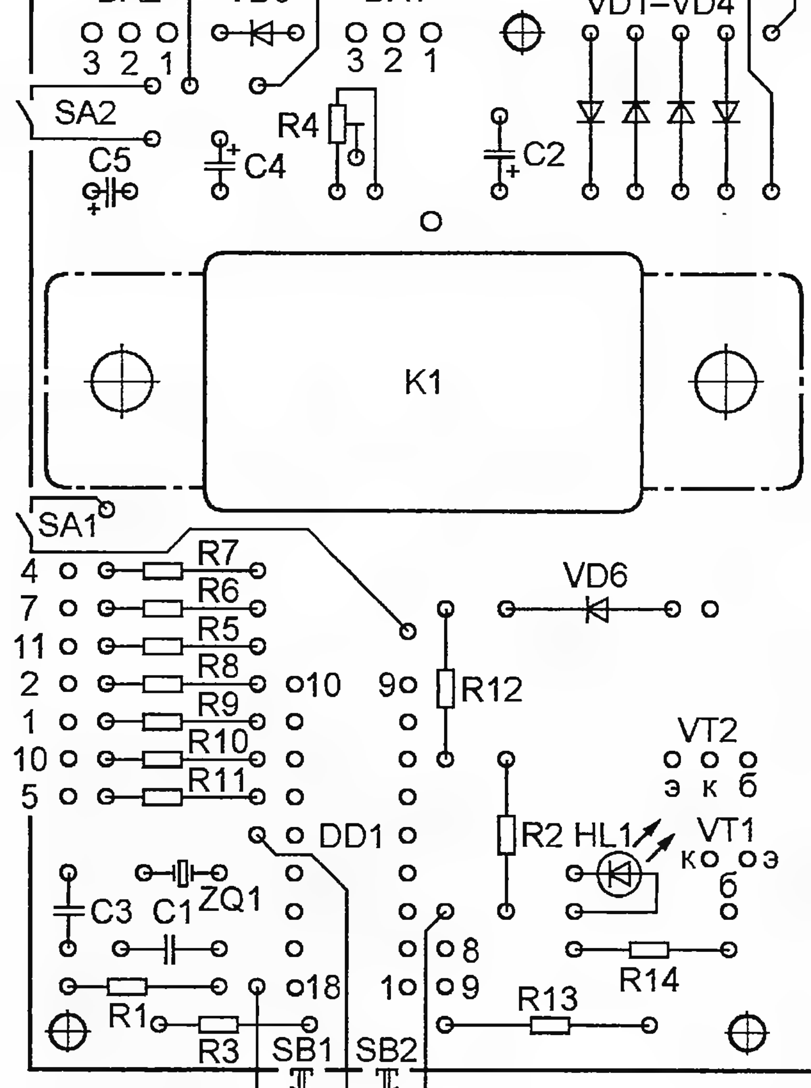


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

МАЗУРЕНКО И. Бортовой компьютер для автомобиля. — Радио, 2012, № 11, с. 42—45.

На схеме БК (рис. 2 в статье) конечные выключатели SF1—SF6 показаны в положении, соответствующем открытым дверям, капоту и багажнику. Когда же они закрыты, выключатели должны быть разомкнуты.

ШИХАТОВ А. Адаптивный тыловой канал системы пространственного звучания. — Радио, 2010, № 4, с. 14—16.

Ёмкость конденсатора C21 на рис. 9 — 1 мкФ. Во избежание появления в канале прерывистого звука конденсатор C18 должен иметь минимальный ток утечки.

РАДИО® ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 8, 2013

РАДИО
Тел. (495)-607-68-89
E-mail: mail@radio.ru
начинающим
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
10 Селиверстов пер.

Молодёжная конференция "Радио-Поиск 2013"

Окончание. Начало см. в "Радио", 2013, № 7

Александр Васильев и Никита Демьянок (**фото 8**) (ДНТТМ, руководители А. И. Ковалёв и В. И. Зволинский) разработали стенд для испытаний материалов на термо- и пожаростойкость. Тепловое излучение, которое можно регулировать с помощью мощного симисторного фазового регулятора, создают шесть светильников. При небольшой конструктивной доработке устройство можно применять для обогревания жилых помещений, оранжерей, теплиц и вольеров.

Фото 8

Простое охранное устройство с шлейфом представил девятилетний Кирилл Афанасоглу (руководитель А. А. Фомской, НТЦ "Исток"). Оно собрано на транзисторах и питается от батареи напряжением 9 В.

Двенадцатилетний Антон Логинов (НТЦ "Исток", руководитель А. А. Фомской) рассказал об электронном регистраторе движущихся объектов на основе ИК барьера и сигнализаторе уровня воды.

Воспитанники Наталии Эдуардовны Першиной (ДНТТМ) четвероклассник Иван Гордеев и пятиклассник Пётр Медведский рассказали о модели термоэлектростанции на термоэлементах Пельтье, которые вырабатывают электроэнергию при нагревании одной стороны элемента и охлаждении другой. От одного элемента размерами 40×40 мм ребятам удалось получить напряжение 1,5 В. Для его повышения применён резонансный генератор, собранный на транзисторах. Авторы предлагают размещать электростанцию на окнах в зимнее время. Разность температур в помещении и снаружи позволит организовать светодиодное освещение.

Фото 9

Десятилетний Виктор Паршин ***(фото на 3-й с. обложки)*** (МЦДТДиМ, руководитель Ю. И. Симонов) создал электронную викторину "Голоса птиц". В её основе — пять микросхем, в память которых записаны голоса разных птиц. Антон Балановский собрал на трёх транзисторах надёжное фотореле.

Арсений Гнездарёв (МЦДТДиМ, руководитель Ю. И. Симонов) представил на суд жюри две конструкции: УКВ радиоприёмник с электронными часами и радиоуправляемый чайник — вышедший из строя электрочайник закреплён на шасси от сломанной радиоуправляемой машины. При движении он издаёт звук паровозного гудка.

Павел Орлов (ДНТТМ, руководитель С. А. Герасимов) продемонстрировал ставший уже традиционным опыт по беспроводной передаче электроэнергии с помощью трансформатора Тесла.

Самый большой по числу авторов и самый серьезный по постановке зада-

чи и глубине проработки доклад "Исследование грозовых разрядов атмосферы совместно со спутником "Чибис-М", названный авторами "Грачи", представили Никита Демьянок, Владислав Михайлов, Артём Васюник и Арсений Грамаков (ДНТТМ, руководители Н. Э. Першина и С. А. Герасимов). Авторы разработали приёмник для фиксации атмосферных грозовых разрядов, подключаемый к персональному компьютеру для записи информации, изготовили источники низкочастотных излучений, провели исследования и регистрацию атмосферных грозовых разрядов и промышленных излучений.

Фото 10

Иван Субботин и Дмитрий Бурляев (**фото 9**) (ГБОУ СПО "Железнодорожный колледж № 52", руководитель А. П. Шкирманов) представили универсальный тренажёр машинистов электровозов, собранный на основе микроконтроллера ATmega8. Артём Васюник на основе микроконтроллерной платы Arduino разработал светильник, который назвал "Дракоша" (***фото на 3-й с. обложки)***, и вместе с Григорием Катковым — бикоптер — летательный аппарат с двумя винтами (ДНТТМ, руководитель В. Л. Поспелов), а Андрей Баринов (НТЦ "Исток", руководитель А. А. Фомской) — усилитель для плейера на микросхеме КР1064УН2 с автономным питанием.

Никита Чудинов ***(фото на 3-й с. обложки)*** (НТЦ "Исток", руководитель М. Е. Печерский) рассказал о музыкальном центре (на разработку которого у него ушло несколько лет), содержащем УКВ радиоприёмник на микросхеме TDA7021, микрофонный усилитель на двух транзисторах, усилитель мощности на микросхеме К174УН14 и транзисторный стабилизатор питающего напряжения.

Фото 11

Фото 12

Владимир Здорнов (**фото 10**) представил макет трёхмоторного самолёта и действующую модель трактора со светодиодными фарами, собранную Иваном Большуновым (МЦДТДиМ, руководитель Е. В. Иванова).

Василий Гаврилюк (**фото 11**) представил активную акустическую систему — "Бум бокс" — на микросхеме TDA1552Q, Герман Кибели — беспроводную электрогитару с усилителем на микросхеме TDA2030A (РАТЕЛ, руководитель П. Э. Харьковский), а Андрей Шулапов (МЦДТДиМ, руководитель С. В. Пахомов) — УМЗЧ с выходной мощностью 60 Вт.

В секции "Цифровая электроника" воспитанник Л. Г. Тимофеевой и А. Н. Тимофеева (ДНТТМ) Александр Тарасов рассказал об аппаратно-программном комплексе для программирования микросхем BIOS персональных компьютеров (ПК). Этот комплекс позволяет осуществлять ремонт, обновление и необходимую модификацию компьютеров. Основа комплекса — морально устаревший ПК.

Ещё один опытный участник конференций Николай Минайлов продемонстрировал устройство управления освещением в доме, которое позволяет включать и выключать свет с любого мобильного устройства, работающего под управлением операционной системы Android, с помощью специальной программы. Команды на включение и выключение передаются по интерфейсу Bluetooth. Устройство собрано на микроконтроллере ATtiny2313A.

В рамках секции "Робототехника" воспитанник Александра Станиславовича Тузова Борис Толкунов (РАТЕЛ) представил усовершенствованный вариант многофункционального исследовательского робота R2D2.RU, собранного на основе микроконтроллерной платы Arduino. Робот оснащён видеокамерой и датчиками для передачи изображения и измеряемых параметров. Управляют роботом с помощью ПК по беспроводному каналу.

Фото 13

Подопечные Екатерины Дмитриевны Васильевой из ДНТТМ рассказали о своих разработках: Антон Василенко ***(фото на 3-й с. обложки)***— о роботе-уборщике, Алексей Прусаков (***фото на 3-й с. обложки***) — о роботанке, а Максим Шаститко — о роботе, которого автор назвал "Робофель", а предназначен он для транспортировки портфеля учащегося в школу.

Александр Даниярходжаев (ДНТТМ, руководитель С. А. Косов) разработал робота, собранного из конструктора "Лего", который исполняет мелодии на металлофоне (**фото 12**), и робота, передвигающегося по линии. Очень похожее устройство представил Андрей Фомин (ЦДТ "Царицыно", руководитель С. М. Кузнецов).

Но, пожалуй, наибольший интерес вызвала разработка ещё одного воспитанника Е. Д. Васильевой Антона Сибирева (**фото 13**) из ДНТТМ под названием "Робот-овощерезка". Это устройство собрано из конструктора "Лего" на основе контроллера NXT. Робот Антона буквально в мгновение ока нарезал для салата свежий огурец, что вызвало всеобщее оживление среди членов жюри, участников и гостей конференции.

По решению жюри значительная часть из представленных работ была отмечена дипломами лауреата, дипломами I степени и дипломами II степени.

Редакция журнала "Радио" учредила пятнадцать призов для победителей XXII конференции "Радио-Поиск 2013". Годовую подписку на журнал "Радио" на 2013 г. получили Владислав Михайлов, Арсений Грамаков, Никита Демьянок, Сурен Хоренян, Герман Кибели, Николай Минайлов, Артём Васюник, Иван Гордеев, Пётр Медведский, Александр Уколов, Юрий Аверьянов, Тимофей Забабурин, Василий Шутов, Василий Гаврилюк, Антон Сибирев.

Выражаем благодарность всем педагогам лабораторий по изучению радиоэлектроники за их труд — центры дополнительного образования играют значительную роль в развитии творческой индивидуальности ребёнка, формировании технических навыков, реализуемых во всех сферах жизни.

Редакция

Миниатюрный кораблик

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эту игрушку можно изготовить всего за несколько часов. Предназначен кораблик для "хождения" по спокойной поверхности воды, например, в ванне или небольшом неглубоком водоёме. Траекторию хода можно изменять от прямолинейной до круговой.

Схема игрушки показана на **рис. 1**. Источник питания электродвигателя M1 (виброзвонок от сотового телефона) — один или два гальванических элемента G1 и G2, от этого зависит скорость движения модели. Большинство элементов установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Контакты выключателя, держатели элементов питания XT1—XT4 и штыри, с помощью которых плата крепится к корпусу, изготовлены из металлических канцелярских скрепок, их припаивают к печатным проводникам платы. Прямоугольные отверстия в плате рассчитаны для установки гальванических элементов типоразмера 389A.

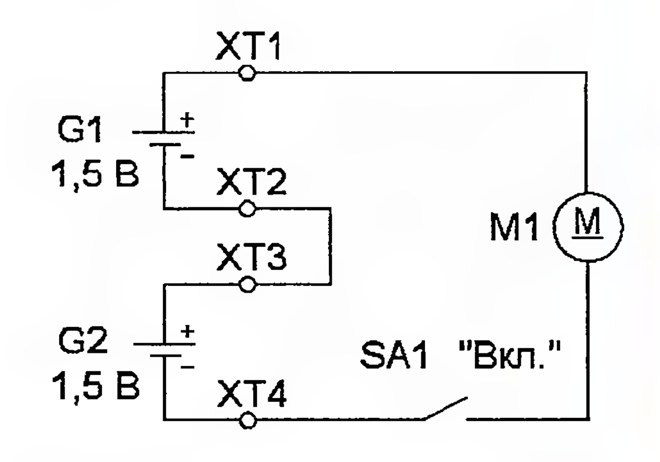
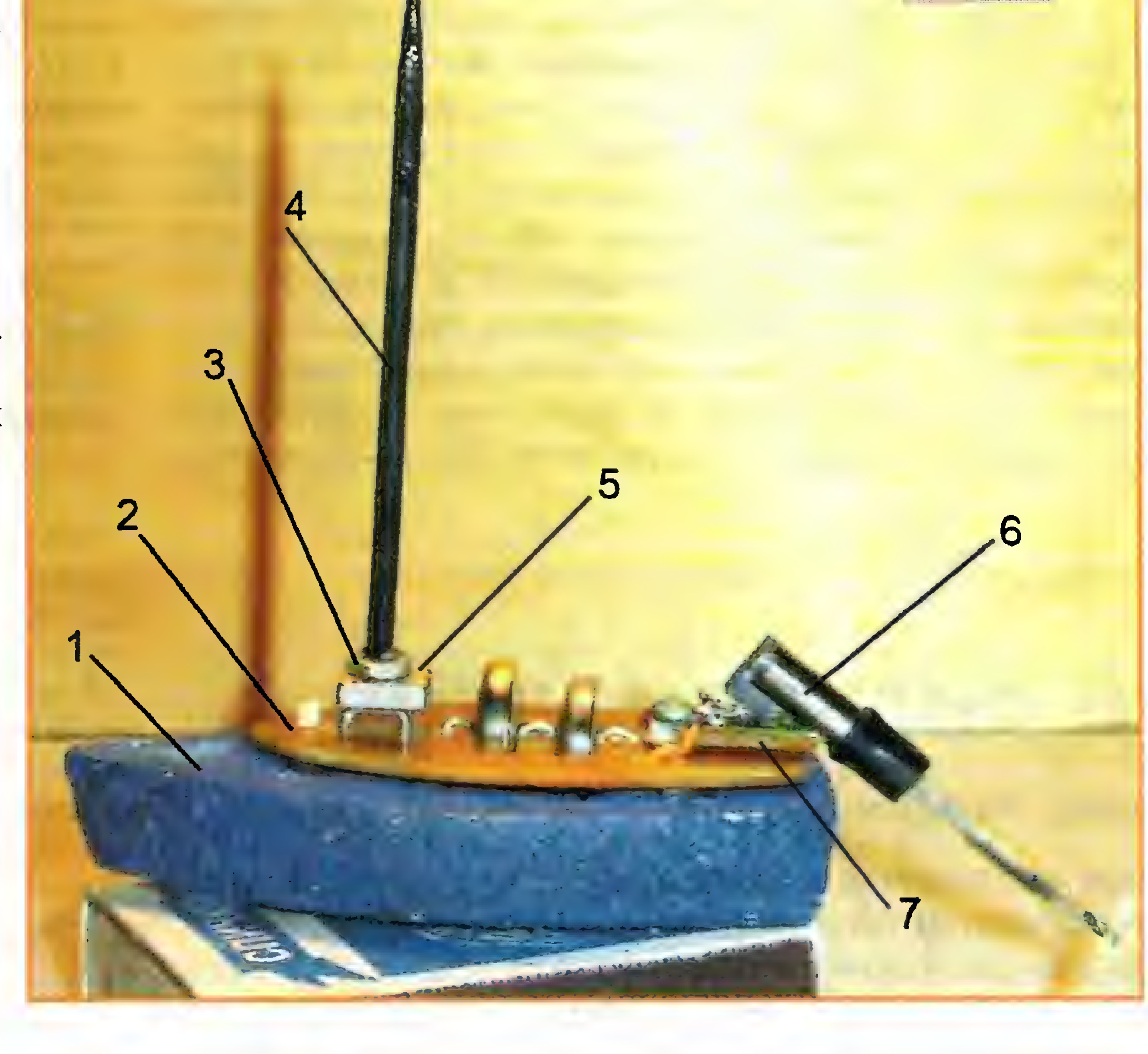


Рис. 1



Конструкция устройства показана на **рис. 3**. Его основа — пенопластовый корпус 1 (длиной чуть больше спичечного коробка), на котором закреплена основная печатная плата 2. Виброзвонок 6 приклеен к небольшой стеклотекстолитовой пластине 7, прикреплённой к плате винтом. Пластина с виброзвонком должна поворачиваться с небольшим усилием. За счёт поворота двигателя можно изменять траекторию движения игрушки. Выключатель питания образован двумя металлическими контактами (см. рис. 2), на которые установлен магнит 5 (от лазерной головки DVD-привода). К верхней его части приклеена гайка 3 (M2), в которую ввёрнута мачта 4 — деревянная зубочистка. Одна половина нижней стороны магнита заклеена тонкой липкой лентой. Поворачивая магнит на 90°, можно добиваться того, чтобы он соединял контакты выключателя или разъединял их, тем самым включая или выключая электродвигатель.

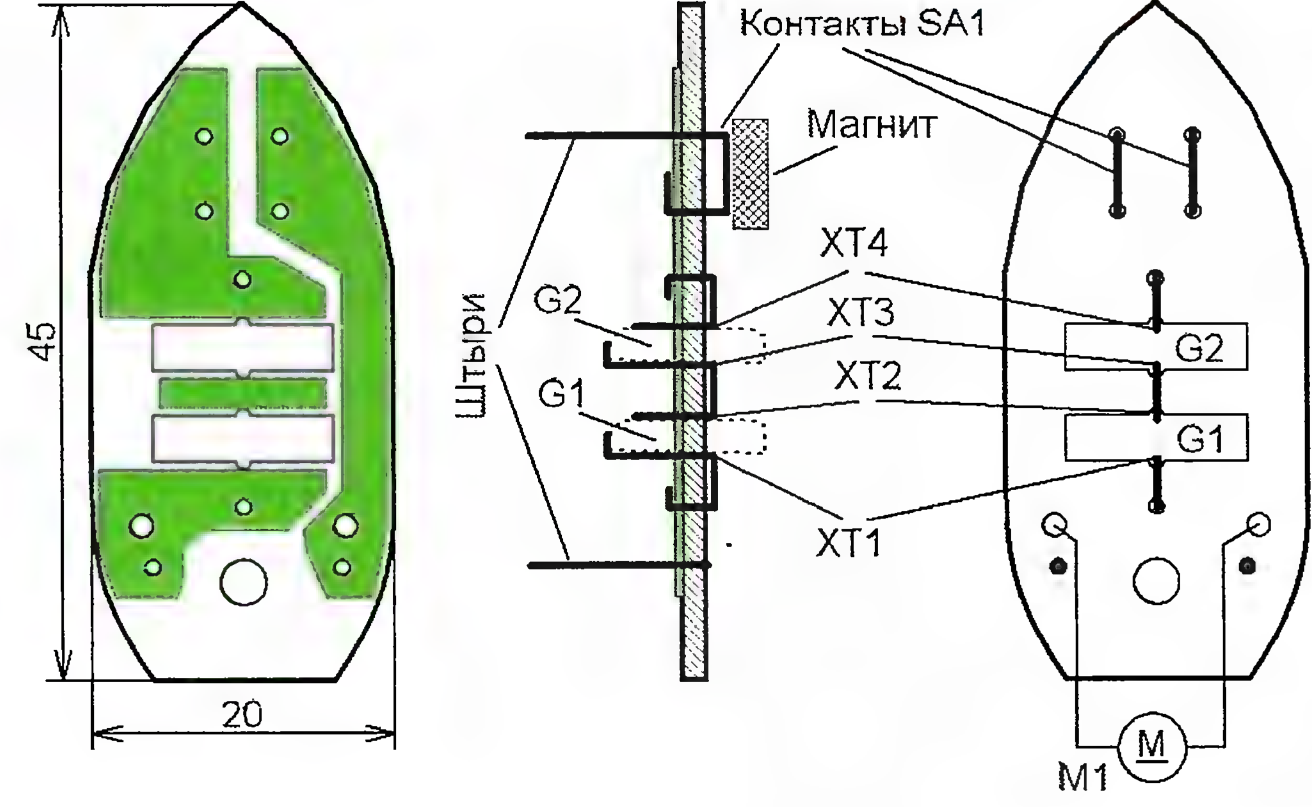


Рис. 2

Конструкцию двигателя поясняет **рис. 4**. Применён вибрзвонок 1 от

сотового телефона. Для снятия с оси виброзвонка эксцентрика используют хвостовик сломанного сверла диаметром 0,6 мм. Эксцентрик с двигателем закрепляют в тисках, не сильно сжимая, и выбивают из него двигатель, слегка постукивая молоточком по хвостовику сверла, вставленного в эксцентрик соосно валу двигателя. Затем на вал с усилием надевают отрезок 4 длиной 3...3,5 см пластиковой изоляции от многожильного провода. С другой стороны в отрезок вставляют проволоку 6 (вывод резистора МЛТ-0,125) длиной 5...7 мм, так получается гибкий вал гребного винта. Снаружи его закрывают стержнем 3 от шариковой авторучки, который закреплён на корпусе виброзвонка с помощью отрезка изоляции 2 от шнура компьютерной клавиатуры. Гребной винт 5 изготовлен из пластиковой бутылки, из неё вырезают фрагмент овальной формы длиной 8 и шириной 5 мм. В центре шилом делают отверстие для посадки на вал и складывают овал по диагонали. Перед установкой "винт" распрямляют, а затем снова складывают.

Уменьшить скорость движения кораблика можно, если взамен одного элемента питания установить короткозамыкающую вставку, изготовленную из "севшего" элемента питания 389А. Для этого его контакты соединяют между собой припоем с помощью паяльника.

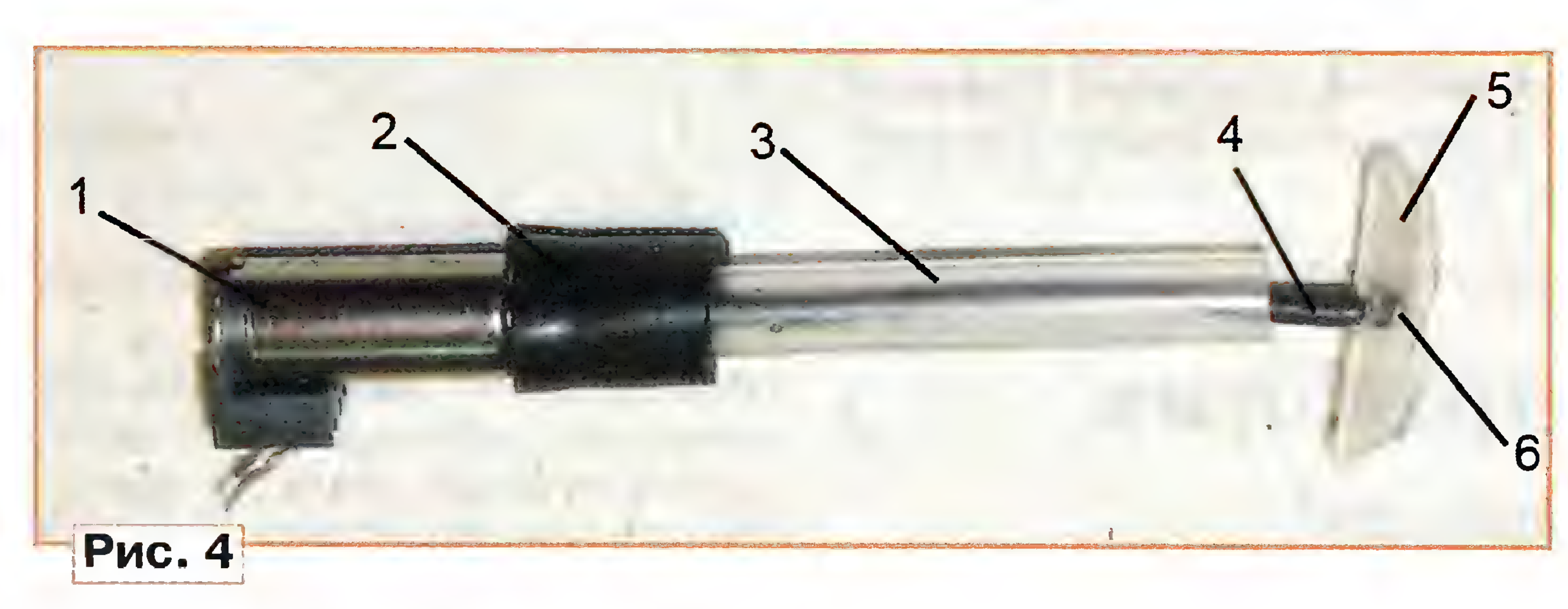


Рис. 4

Чтобы в сравнительно большом водоёме кораблик не уплыл далеко, его схему можно доработать, введя ограничитель продолжительности работы двигателя (**рис. 5**). На транзисторе VT1 собрано реле времени. Для включения двигателя к геркону SF1 кратковременно подносят магнит, его контакты замыкаются и конденсатор C1 быстро заряжается, транзистор VT1 открывается и питающее напряжение поступает на двигатель — кораблик плывёт. После того как конденсатор разрядится через резистор R1 и базовую цепь транзистора, последний закрывается, двигатель обесточивается и кораблик останавливается. Применён резистор МЛТ или С2-23, конденсатор — импортный, его подборкой можно изменять продолжительность работы двигателя после кратковременного замыкания контактов геркона. Транзистор КТ315В можно заменить любым из серии КТ3102, а дополнительные элементы смонтировать навесным монтажом на печатной плате и закрепить на ней термоклеем.

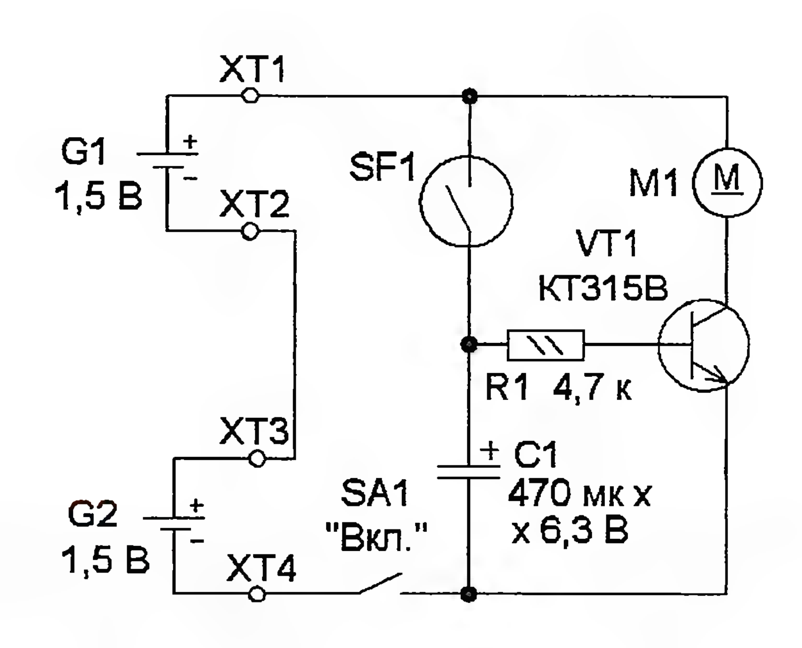


Рис. 5

От редакции. *Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/ship.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Тревожный сигнализатор

***Е. ЯКОВЛЕВ**, г. Ужгород, Украина*

Описываемое в статье устройство предназначено для звуковой сигнализации о несанкционированном проникновении в квартиру через входную дверь. Сигнал тревоги начинает звучать через несколько секунд после открывания двери, и если её за это время не закрыть, то он будет звучать как угодно долго. Попытка закрыть дверь в надежде выключить тревожный сигнал не увенчается успехом — он всё равно будет звучать ещё несколько минут и после того, как дверь закроют.

Схема предлагаемого тревожного сигнализатора показана на **рис. 1**. Он содержит два электронных ключа (на транзисторах VT2 и VT3) и узел задержки включения сигнала тревоги на транзисторе VT1, в коллекторную цепь которого включён магнитоэлектрический звукоизлучатель с встроенным генератором ЗЧ BF1. Датчик открывания двери — геркон SF1 (или микровыключатель) — включён в цепь затвора транзистора VT2. Пока входная дверь квартиры закрыта, установленный на её притолоке геркон разомкнут под действием закреплённого на двери и находящегося в непосредственной близости постоянного магнита. Напряжение на затворе транзистора VT2 (относительно истока) равно нулю, поэтому он закрыт. Закрыты и транзисторы VT1, VT3.

При открывании входной двери магнит удаляется от геркона, он замыкается и конденсатор C2 быстро заряжается через резистор R1. В результате открывается транзистор VT2, цепь R7VD3 подключается к источнику питания и открывается транзистор VT3, который замыкает цепь питания узла на транзисторе VT1. Начинается зарядка (через резистор R2) конденсатора C1. Когда напряжение на нём достигнет значения примерно 0,7 В (это произойдёт через 5...10 с), транзистор VT1 откроется и раздастся тревожный сигнал. Он будет звучать неограниченно долго, если дверь не закрыта. Однако и после её закрывания тревожный сигнал прекратится не

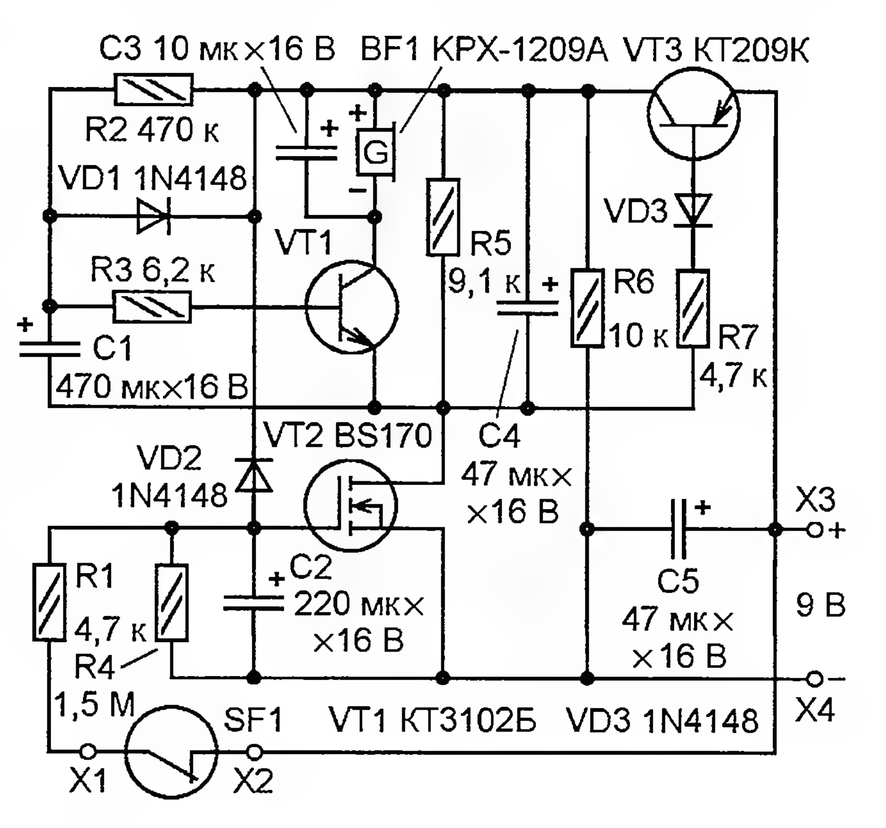
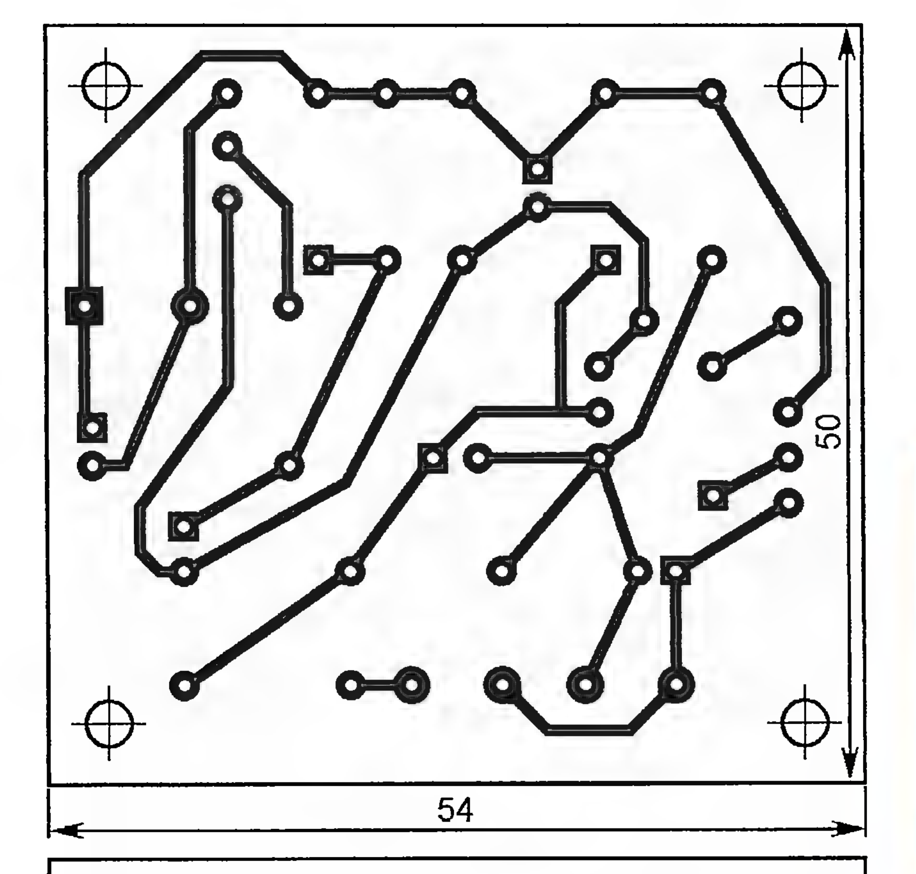


Рис. 1



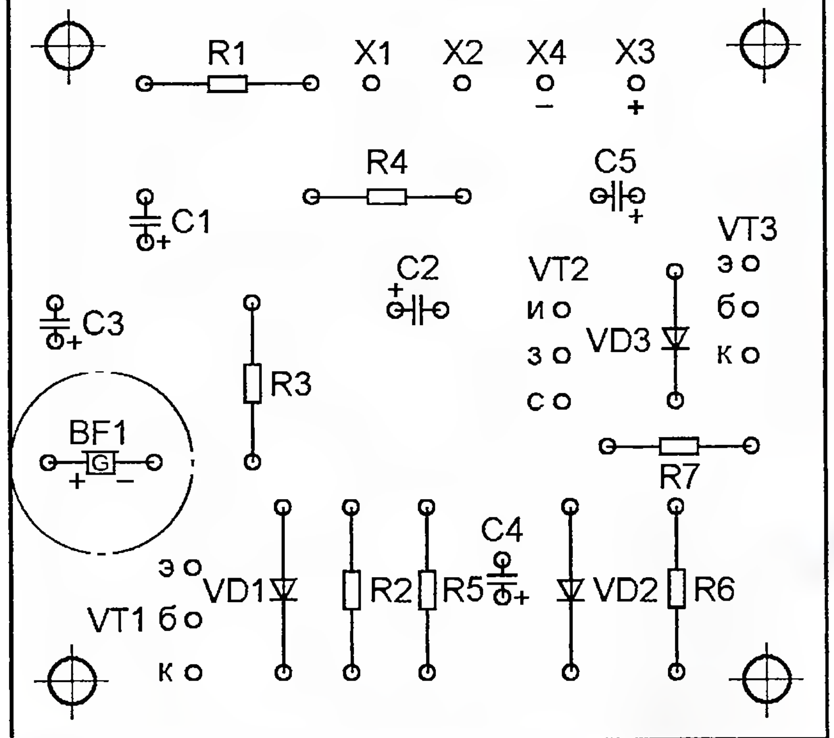


Рис. 2

сразу — пройдёт ещё около четырёх минут, прежде чем он выключится. Эта задержка зависит от ёмкости конденсатора C2.

Конденсатор C3 шунтирует звукоизлучатель BF1, что повышает стабильность работы узла на транзисторе VT1.

Рис. 3

Цепь R5C4 способствует быстрой разрядке конденсатора C1 через диод VD1 после закрывания транзистора VT2.

Устройство смонтировано на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой представлен на **рис. 2**. Резисторы — любые малогабаритные, все конденсаторы — оксидные импортные. Для подключения датчика и источника питания установлены винтовые клеммники DG306-5.0-02P с расстоянием между контактами 6,3 мм. Разумеется, можно применить и любые другие соединители или вообще обойтись без них, припаяв провода от датчика и источника питания непосредственно к соответствующим контактным площадкам на плате. Внешний вид смонтированного устройства показан на **рис. 3**. Питать его можно от любого источника напряжением 9 В — гальванической батареи типоразмера 6F22 ("Крона"), батареи, составленной из шести элементов типоразмера AA, или сетевого блока. Поскольку в дежурном режиме устройство тока не потребляет, его можно эксплуатировать с постоянно включённым питанием.

Эквивалент нагрузки источника питания

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для проверки и налаживания блоков питания, особенно мощных, требуется низкоомная регулируемая нагрузка с допустимой рассеиваемой мощностью до 100 Вт и даже более. Применение для этой цели переменных резисторов не всегда возможно, в основном из-за ограниченной мощности рассеяния. Эквивалент нагрузки на ток несколько десятков ампер можно изготовить на основе стабилизатора тока на мощном полевом переключательном транзисторе [1—3]. Но эти эквиваленты не всегда удобны для применения, поскольку для них требуется отдельный источник питания.

Сделать эквивалент нагрузки более универсальным и удобным в эксплуатации можно, если для питания стабилизатора тока применить повышающий преобразователь напряжения. Так и сделано в предлагаемом устройстве.

Его схема показана на **рис. 1**. На ОУ DA1.2 и полевом транзисторе VT2 собран стабилизатор тока. Ток через полевой транзистор (I_{VT2}) зависит от сопротивления датчика тока R_I (резисторов R11—R18) и напряжения на движке переменного резистора R8 (U_{R8}), которым регулируют ток: $I_{VT2} = U_{R8}/R_I$. Конденсатор C4 подавляет высокочастотные помехи, а C5 и C6 в цепи обратной связи ОУ DA1.2 и полевого транзистора соответственно повышают устойчивость работы стабилизатора.

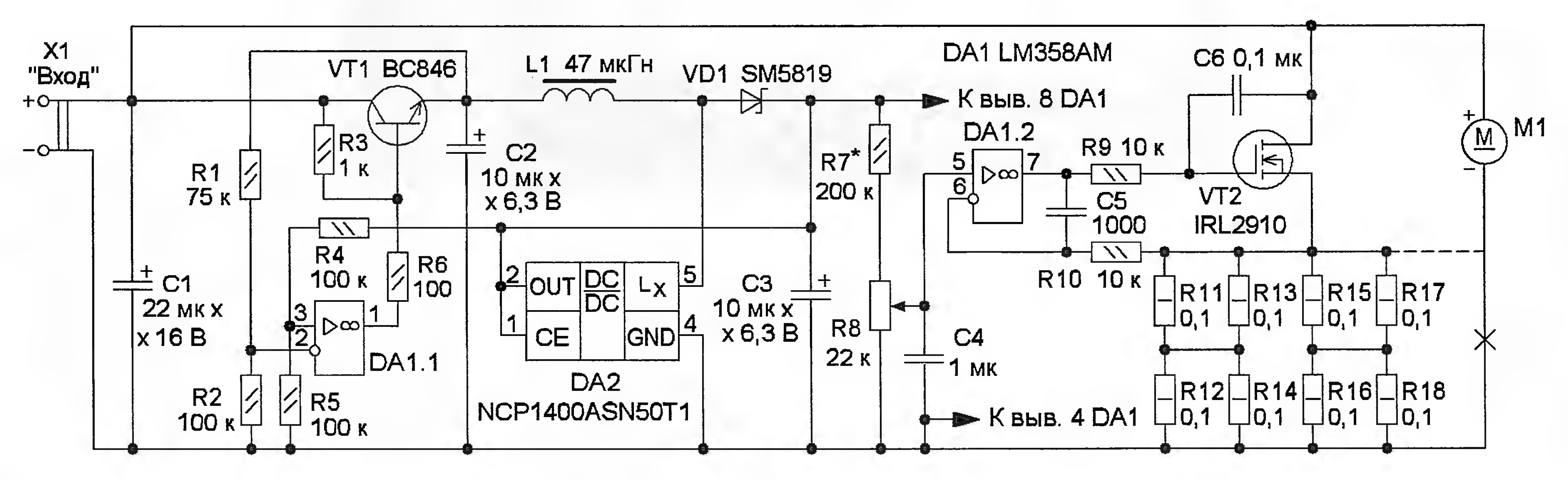


Рис. 1

Питается ОУ от повышающего стабилизированного преобразователя напряжения с выходным напряжением 5 В, собранного на микросхеме DA2. Это же напряжение через резистор R7 поступает на регулятор тока. Благодаря пре-

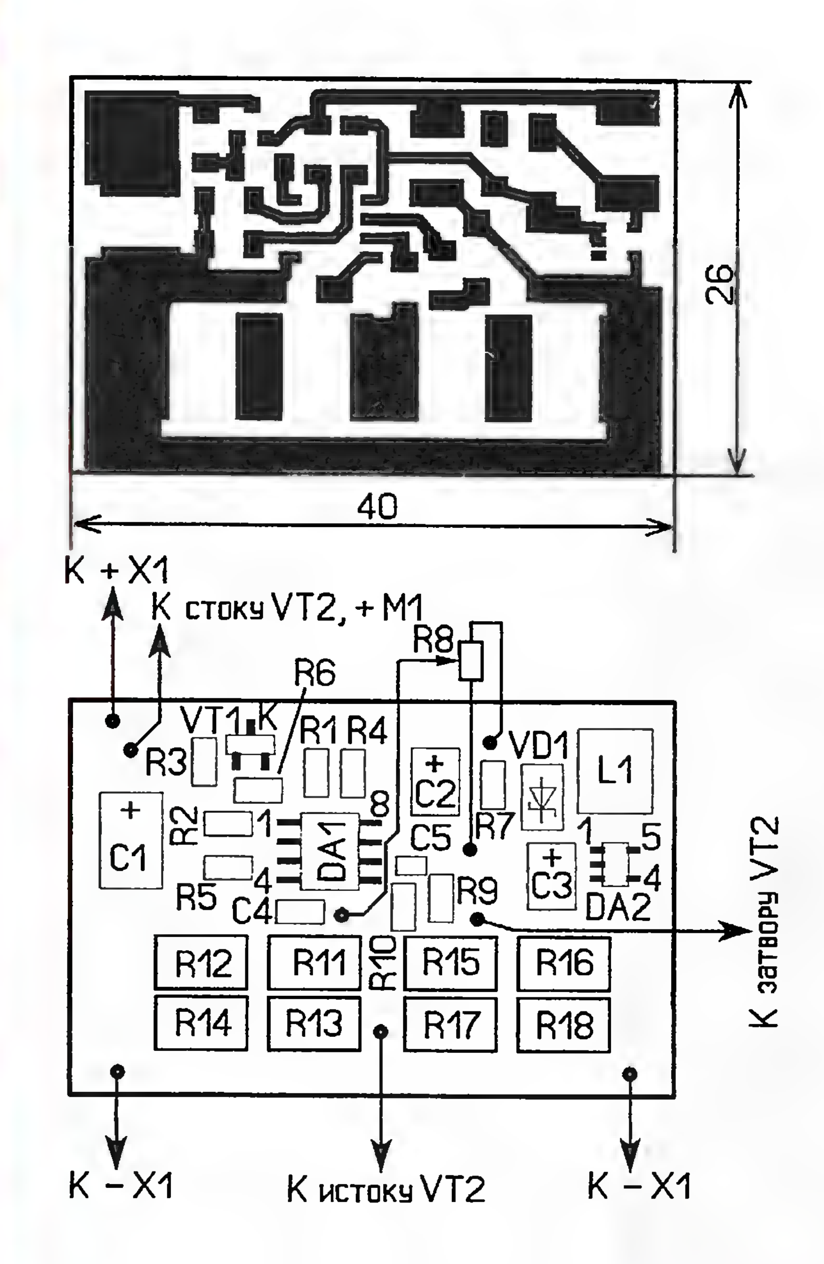


Рис. 2

образователю напряжения устройство можно питать от испытываемого источника питания. При этом минимальное входное напряжение — 0,8...1 В, что позволяет применять предлагаемый эквивалент для проверки и измерения параметров Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторов типоразмера АА или ААА.

На ОУ DA1.1 и транзисторе VT1 собран ограничитель напряжения питания преобразователя. При входном напряжении менее 3,8 В на выходе ОУ DA1.1 присутствует напряжение около 4 В, транзистор VT1 открыт полностью и питающее напряжение поступает на преобразователь. Когда входное напряжение превышает 3,8 В, напряжение на выходе ОУ DA1.1 снижается, поэтому рост напряжения на эмиттере транзистора VT1 прекращается и оно остаётся стабильным. Ограничитель напряжения необходим, поскольку предельное значение питающего напряжения микросхемы преобразователя (DA2) 6 В.

Применены постоянные резисторы для датчика тока серии RC (типоразмер 2512, максимальная рассеиваемая мощность 1 Вт), остальные — РН1-12 типоразмера 1206 или 0805, переменный — СП4-1, СПО. Все конденсаторы для поверхностного монтажа, оксидные — танталовые типоразмера В или С, остальные — керамические, причём конденсатор С6 монтируют непосредственно на выводах транзистора. Разъём Х1 — винтовой клеммник, рассчитанный на требуемый ток. Транзистор ВС846 можно заменить транзистором серии КТ3130, а IRL2910 — транзистором IRL3705N, IRL1404Z или другим мощным полевым переключательным с пороговым напряжением не более 2,5 В. Дроссель — для поверхностного монтажа SDR0703 или с проволочными выводами ЕС24.

Все элементы, кроме переменного резистора, полевого транзистора, разъёма, вентилятора и конденсатора С6, монтируют на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Применён теплоотвод с вентилятором на напряжение 12 В от процессора персонального компьютера. Транзистор и разъём крепят к теплоотводу винтами, а плату приклеивают. Применение теплопроводящей пасты для транзистора обязательно. Электродвигатель вентилятора начинает вращение при входном напряжении 3...4 В и при 8...10 В уже достаточно эффективно обдувает теплоотвод. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Для данного варианта конструкции применён датчик тока с суммарным сопротивлением 0,05 Ом и рассеиваемой мощностью 8 Вт, поэтому максимальный ток эквивалента — 12...13 А, а максимальная рассеиваемая мощность не превышает 100 Вт. Применив более мощные резисторы в качестве датчика тока и более эффективный теплоотвод, можно соответственно увеличить и ток, и рассеиваемую мощность. Максимальное входное напряжение в данном случае зависит от допустимого напряжения питания вентилятора.

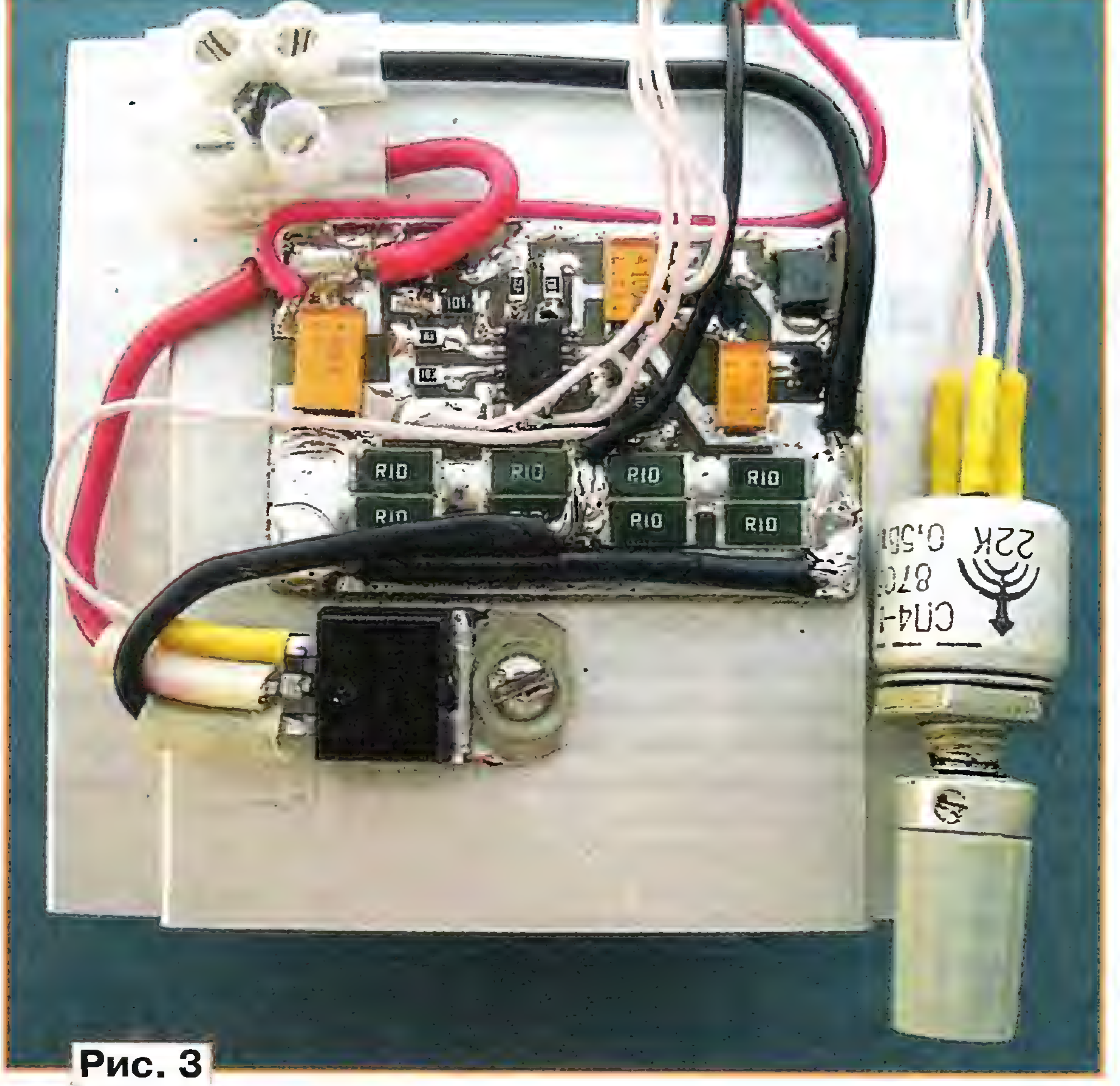


Рис. 3

Устройство размещают в корпусе подходящего размера (подойдёт корпус от блока питания персонального компьютера), на передней панели устанавливают входные гнёзда, соединённые с разъёмом Х1, и переменный резистор, который можно снабдить проградуированной шкалой. Теплоотвод следует изолировать от металлического корпуса, поскольку он имеет гальваническую связь со стоком полевого транзистора.

Максимальное значение тока устанавливают подборкой резистора R7, при этом движок переменного резистора R8 должен быть в верхнем по схеме положении. Поскольку электродвигатель вентилятора подключён непосредственно к входному разъёму, ток, потребляемый им, складывается с током стабилизатора, поэтому при изменении входного напряжения суммарный ток также изменяется. Чтобы этот ток был стабильным, нижний по схеме вывод электродвигателя подключают не к минусовой линии питания, а к истоку полевого транзистора, как показано на рис. 1 штриховой линией.

Эквивалент можно использовать для проверки источников питания переменного тока частотой 50 Гц, например, понижающих трансформаторов. В этом случае устройство подключают (с соблюдением полярности) к выходу выпрямительного моста, в котором желательно применить диоды Шотки. Между плюсовым выводом конденсатора С1 и точкой соединения резистора R3 и коллектора транзистора VT1 устанавливают диод того же типа, что и VD1, а ёмкость конденсатора С2 следует увеличить до 100 мкФ. В диодном мосте диоды должны быть рассчитаны на ток эквивалента. Следует учесть, что в этом случае минимальное и максимально допустимое напряжение возрастёт на величину падения напряжения на диодах моста и дополнительном диоде.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Эквивалент нагрузки. — Радио, 2007, № 3, с. 34.

2. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2005, № 1, с. 35.

3. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2002, № 2, с. 40, 41.

Микроконтроллеры MSP430. Сенсорный регулятор яркости светодиода

С. СОКОЛ, г. Мариуполь, Украина

Переходим к разработке и отладке программы, решающей поставленную задачу. С помощью среды программирования IAR Embedded Workbench IDE создадим для неё, как было описано в [4], проект CapSens с файлом main.c, его текст приведён в **табл. 3**. Те особенности программы, которые уже известны читателям по статьям [1], [4], [5], будут описаны лишь кратко, без подробностей.

Таблица 3

```
1  #include <msp430.h>
2  #define threshold 500
3  volatile unsigned char i;
4  signed int num,nominal1,nominal2;
5
6  signed int setting (unsigned char bit)
7  {
8   P1SEL2 = bit;
9   TA0CTL |= TACLR;
10  for (i = 0; i < 1; i++);
11  TA0CCTL2 ^= CCIS0;
12  return TA0CCR2;
13 }
14
15 unsigned char check (unsigned char bit, signed int nominal)
16 {
17  P1SEL2 = bit;
18  TA0CCTL2 ^= CCIS0;
19  num = TA0CCR2;
20  for (i = 0; i < 1; i++);
21  TA0CCTL2 ^= CCIS0;
22  num = TA0CCR2 - num;
23  if (num < 0)
24    num = num + 10000;
25  return (nominal - num > threshold);
26 }
27
28 int main(void)
29 {
30 WDTCTL = WDTPW|WDTHOLD;
31 P1DIR = BIT6;
32 P1SEL = BIT6;
33 BCSCTL3 |= LFXT1S1;
34 IFG1 &= ~OFIFG;
35 BCSCTL2 |= SELM0|SELM1;
36 TA0CTL = TASSEL0|TASSEL1|MC0;
37 TA0CCR0 = 10000;
38 TA0CCR1 = 0;
39 TA0CCTL1 = OUTMOD0|OUTMOD1|OUTMOD2;
40 TA0CCTL2 = CM1|CM0|SCS|CAP|CCIS1;
41 nominal1 = setting(BIT4);
42 nominal2 = setting(BIT5);
43 while (1)
44 {
45  if (check (BIT4,nominal1))
46  {
47   if (TA0CCR1 < 10000)
48     TA0CCR1 = TA0CCR1 + 100;
49   for (i = 1; i < 50; i ++);
50  }
51  else if (check (BIT5,nominal2))
52  {
53   if (TA0CCR1 > 0)
54     TA0CCR1 = TA0CCR1 - 100;
55   for (i = 1; i < 50; i ++);
56  }
57 }
58 }
```

Строка 1 включает в программу заголовочный файл с описаниями регистров микроконтроллера и их разрядов.

Строка 2 содержит директиву компилятора #define, определяющую константу threshold, равную 500. Это порог срабатывания сенсора — на столько единиц должно уменьшиться число импульсов, подсчитанных таймером, чтобы прикосновение к сенсору было зафиксировано. Он задан отдельной строкой в начале программы, чтобы его было удобно менять при налаживании прибора.

Строка 3 объявляет переменную i, используемую при программном формировании интервалов времени.

Строка 4 объявляет ещё три переменные: num — текущий результат счёта импульсов, nominal1 и nominal2 — значения результатов счёта в отсутствие прикосновений для первого и второго сенсоров.

В строках 28—58 описана главная функция программы, носящая имя main.

Строка 30 отключает сторожевой таймер.

Строки 31 и 32 конфигурируют вывод P1.6 микроконтроллера как выход и подключают его к выходу блока захвата/сравнения таймера 0. На плате с этим выводом соединён светодиод LED2.

Строки 33—35 выбирают в качестве тактового для процессора сигнал VLOCLK частотой около 12 кГц (более подробно об этом рассказано в [5]).

Строка 36 настраивает таймер 0. В качестве тактового для него выбран сигнал INCLK, поступающий от генератора ёмкостного сенсора. Режим работы — прямой счёт.

Строка 37 записывает в регистр периода TA0CCR0 число 10000. Обнуление счётного регистра TA0R будет происходить при достижении его содержимым этого значения.

Строка 38 обнуляет регистр сравнения TA0CCR1. Это значит, что при запуске программы светодиод LED2 будет погашен.

Строка 39 задаёт работу регистра захвата/сравнения TA0CCR1 в режиме формирования ШИМ.

Строка 40 задаёт работу регистра захвата/хранения TA0CCR2 в режиме захвата, управляемого изменением состояния разряда CCIS0 регистра TA0CCTL2.

Строки 41 и 42 измеряют номинальные значения числа импульсов для первого и второго сенсоров путём вызова функции setting, о которой речь пойдёт ниже.

Строка 43 содержит заголовок бесконечного цикла.

В строках 44—46 выполняются проверка состояния первого (подключённого к выводу P1.4 микроконтроллера) сенсора и обработка результата этой проверки.

Строка 45 проверяет, вызывая функцию check, не прикоснулись ли к этому сенсору. Если да, то выполняется фрагмент программы между строками 46 и 50, в противном случае — между строками 52 и 56.

Строки 47 и 48 проверяют, достигло ли 10000 (максимального значения) число в регистре TA0CCR1. Если нет, оно увеличивается на 100 (1 % от 10000).

Строка 49 с помощью цикла for выдерживает паузу приблизительно 58 мс. Это необходимо для получения заданной скорости изменения яркости

Окончание. Начало см. в "Радио", 2013, № 7

светодиода при длительном прикосновении к сенсору.

Строка 51 проверяет состояние второго (подключённого к выводу P1.5) сенсора. Если к нему прикоснулись, выполняется фрагмент программы между строками 52 и 56.

Строки 53 и 54 проверяют, не достигло ли нуля содержимое регистра TA0CCR1. Если нет, оно уменьшается на 100 (1 % от 10000).

Строка 55 — цикл выдержки времени, аналогичный строке 49.

Строки 57 и 58 завершают тело бесконечного цикла, начинающееся в строке 44, и главную функцию программы.

Функция setting описана в строках 6—13. У неё единственный аргумент bit — номер разряда, соответствующего выводу порта P1, к которому подключён сенсор. Эти номера передаются функции при её вызовах в строках 41 и 42.

Строка 8 создаёт на указанном аргументом выводе генератор.

Строка 9 обнуляет счётный регистр таймера TA0R. Поскольку таймер уже запущен, число в регистре TA0R начинает увеличиваться с каждым импульсом, пришедшим от генератора.

Строка 10 отсчитывает 1,17 мс. За это время число в регистре TA0R успевает достигнуть нескольких тысяч.

Строка 11 с помощью логической функции исключающего ИЛИ изменяет на противоположное состояние разряда CCIS0 регистра TA0CCTL2, инициируя этим захват текущего значения счётного регистра TA0R в регистр TA0CCR2.

Строка 12 возвращает захваченное значение в вызвавшую функцию setting строку программы.

Функция check, описанная в строках 15—26, похожа на функцию setting, за исключением некоторых деталей. Она имеет два аргумента. Кроме номера разряда bit, это nominal — число импульсов генератора, связанного с выводом данного разряда, подсчитанное в отсутствие прикосновения к сенсору.

Строка 17 аналогична строке 8.

Строки 18 и 19, в отличие от строки 9, не обнуляют счётный регистр таймера TA0R, а захватывают его текущее значение в регистр TA0CCR2, а затем присваивают захваченное значение переменной num.

Строка 20 — выдержка 1,17 мс.

Строка 21 повторно захватывает текущее значение регистра TA0R в регистр TA0CCR2.

Строка 22 присваивает переменной num разность захваченного значения и того, что было присвоено переменной num в строке 19.

Строки 23 и 24 проверяют, не стало ли значение переменной num отрицательным. Так случается, если за время, прошедшее между двумя захватами, число в регистре TA0R достигло максимума, и счёт был продолжен с нуля (см. рис. 1). Если это произошло, значение переменной num увеличивается на 10000 (период счёта). Оно становится положительным и равным числу импульсов генератора за время счёта.

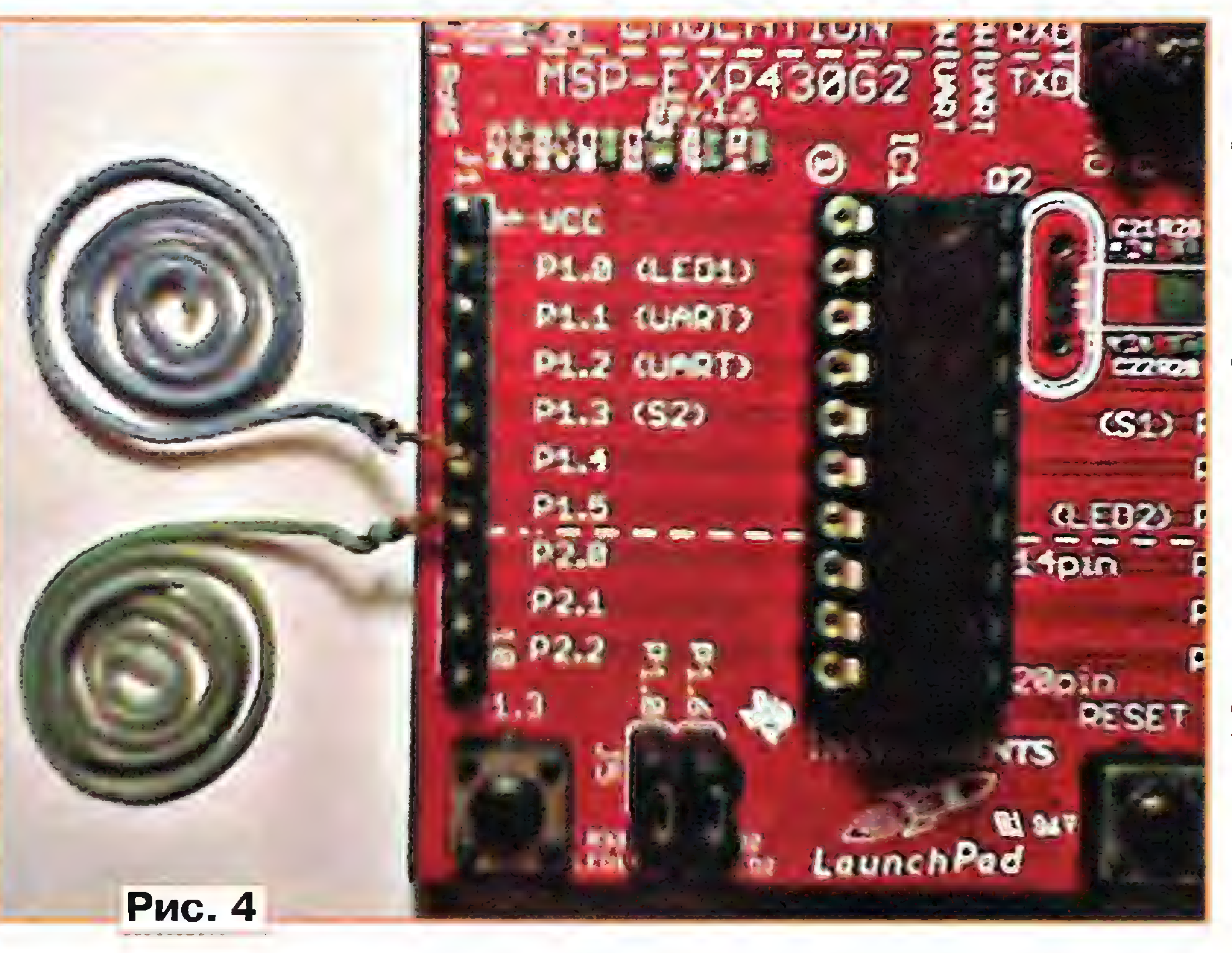


Рис. 4

Строка 25 вычитает из номинального значения числа импульсов текущее (содержащееся в переменной num) и сравнивает разность с заданным строкой 2 порогом. Если она превышает порог, функция check возвращает в вызывающую программу логическую 1, в противном случае — 0.

Возможно, внимательный читатель заметил, что таймер 0 используется и для подсчёта числа импульсов генератора, и для формирования сигнала управления светодиодом. Поэтому обнулять счётный регистр TA0R нежелательно, чтобы избежать мерцания светодиода. Именно по этой причине его обнуление использовано лишь в функции setting, вызываемой лишь в самом начале работы программы, когда светодиод погашен, а в функции check — уже нет.

Прежде чем приступать к экспериментам, необходимо изготовить и подключить к отладочной плате сенсоры. Автор сделал их из отрезков изолированного одножильного провода длиной около 10 см. Провода свёрнуты в плоские спирали, один из концов каждой присоединён к соответствующему штырю разъёма J1 отладочной платы, как показано на **рис. 4**. Можно выполнить сенсоры и из обрезков фольгированного текстолита длиной и шириной 10...15 мм. В общем, выбор их формы и материала ограничен лишь фантазией радиолюбителя.

Затем нужно подключить отладочную плату к компьютеру. Загрузив в микроконтроллер исполняемый код, полученный в результате трансляции приведённого в табл. 3 текста, можно запускать программу на исполнение. Поскольку в начале её работы происходит калибровка сенсоров, в этот момент их нельзя касаться.

В дальнейшем прикосновение к верхнему, согласно рис. 4, сенсору должно плавно увеличивать яркость светодиода LED2, а к нижнему — также плавно уменьшать её. Если этого не происходит, следует уменьшить значение параметра threshold в строке 2, а затем повторить трансляцию и загрузку программы. При слишком большой площади сенсоров возможно постоянное мерцание светодиода, что говорит о недостаточно высокой частоте генератора. Чтобы устранить мерцание, следует уменьшить число в регистре TA0CCR0 и все связанные с ним значения.

Стоит отметить, что рассмотренная программа лишь демонстрирует принцип работы микроконтроллера с ёмкостными сенсорами. В ней не используются ни возможности снижения энергопотребления, ни прерывания. При необходимости читатели могут усовершенствовать программу самостоятельно.

В заключение хочу сказать, что на базе платы LaunchPad и описанной программы можно создать простую систему сенсорного управления освещением в помещении, применив вместо имеющегося на плате светодиода мощные светодиоды белого цвета свечения или лампы накаливания с соответствующими драйверами.

ЛИТЕРАТУРА

4. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Первые шаги. — Радио, 2012, № 12, с. 43, 44; 2013, № 1, с. 47—49.

5. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Снижаем энергопотребление. — Радио, 2013, № 2, с. 49—51; № 3, с. 51, 52.

***От редакции.** Программный проект CapSens находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/CapSens.zip** на нашем FTP-сервере.*

YL нас порадовали!

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Так уж сложилось, что в силу специфики соревнований по радиосвязи (их заочного характера) они практически всегда проходят в выходные дни — субботу или воскресенье. Ещё одна их особенность — "стадион" для их проведения (эфир) один на весь земной шар. И если принять во внимание, что число проводящих соревнования радиолюбительских организаций в мире (национальных и местных) в десятки раз больше числа "уикендов" в году, можно себе представить, как тесно бывает в эфире в эти дни.

Есть и ещё одна проблема для нашего радиолюбительского движения — перенос выходных дней, который принят у нас в стране в связи с праздничными днями. Это часто подразумевает необходимость изменения традиционных дат проведения соревнований и, увы, нередко возникающие в связи с этим накладки в эфире. Обычно это бывает в начале января, марта и мая.

Не был в этом смысле исключением прошлый год. Перенос выходных дней в начале марта привёл к тому, что в конечном итоге наложились друг на друга несколько соревнований. В эту эфирную "мясорубку" попал и наш традиционный YL-OM CONTEST. Как результат — значительное снижение числа их участников (примерно в полтора раза по сравнению с предшествующими годами).

В этом году в марте переноса выходных дней не было, и мы не просто вернулись к старым цифрам, но и установили своеобразный рекорд для этих соревнований в их новейшей истории (в этом тысячелетии). "Женскую" их часть представляли 22 радиостанции с одним оператором и 21 команда на радиостанциях с несколькими операторами. Не подкачали и мужчины — 58 радиостанций в этой группе позволили YL показать высокие результаты.

Прошедшие соревнования выявили одну проблему. Сравнительно небольшое общее число участников и слишком простая программа соревнований привели к тому, что довольно много участников показали одинаковые результаты. Чтобы избежать повторения подобной ситуации в будущем, предполагается внести в положение некоторые изменения. Например, при совпадении результатов более высокое место присуждать участнику, у которого будет более высокий процент подтверждения связей в отчёте. Разумеется, что для исключения влияния случайных факторов вычисление этого процента надо вести только по полученным отчётам.

В группе станций с одним оператором лучшие и одинаковые результаты показали Ирина Чёрная (RU3XY) из Обнинска Калужской области и прошлогодняя победительница этих соревнований Надежда Калинина (RX9AI/9) из Екатеринбурга. Одинаковые результаты показали занявшие третье—четвёртое места Алина Устинова (R3W-190, работала как RK3WWZ) и Светлана Культышева (работала как RK9CYA) из Ирбита Свердловской области.

Среди станций с несколькими операторами лучшей была команда воронежских YL RM3Q. В ней выступали Наталья Галкина (RD3QU), Анна Щекина и Мария Покарёва. На второе место вышла YL-команда из подмосковного Белоомута UD3D, в составе которой были Наталья Евстигнеева (RZ3FF), Ирина Евстигнеева (R3D-88) и Анастасия Грек (R3D-122). Команда YL RZ9AWA из Пласта Челябинской области была третьей. За неё выступали Виктория Матевосян и Наталья Евстафьева.

Надежда Калинина (RX9AI/9).

Ирина Чёрная (RU3XY).

Команда RM3Q после соревнований — Мария Покарёва, Наталья Галкина и Анна Щекина.

В группе наблюдателей было всего две участницы из Гаврилова Яма Ярославской области — Виктория и Ксения Волковы. У них наблюдательские позывные соответственно R3M-73 и R3M-76. Насколько можно судить из их отчётов — это сёстры-двойняшки. И результат у них тоже одинаковый!

Участниц этих соревнований хорошо поддержали мужчины. У них наиболее активными были Роберт Уриш (UA1CUR) и команда радиостанции RK4HYT из Кинель-Черкассы Самарской области, в составе которой были Сергей Бахаев (RA4HBS), Григорий Ковалёв и Данила Шабанов.

Победители в YL-группах (RU3XY, RX9AI/9 и RM3Q) получат наши памятные плакетки, а все участницы в этих группах — контест-дипломы редакции журнала "Радио". Дипломами будут отмечены и наиболее активные ОМ.

Мы поздравляем победителей и благодарим всех, кто прислал свои отчёты! Итоги всех участников приведены в таблицах по группам (занятое место, позывной и результат).

Итоги YL-OM CONTEST 2013

SINGLE-OP YL

1-2	RU3XY	68	68
1-2	RX9AI/9	68	68
3-4	RK9CYA	67	67
3-4	RK3WWZ	67	67
5	RK3D	62	62
6	UA4CNY	61	61
7	RK3IXB	57	57
8	EW7SL	56	56
9	RK3WWB	51	51
10	UX7FD	48	48
11	RA3XEY	45	45
12	RD3QG	43	43
13	R4AAT	42	42
14	R8WM	32	32
15-16	RA0SCJ	25	25
15-16	RW4CYL	25	25
17	UN7GD	24	24
18	UA1OAA	23	23
19-20	UR6LGT	17	17
19-20	UB4PUC	17	17
21	RK6AXN	13	13
22	RV6LFV	9	9

MULTI-OP YL

1	RM3Q	103	103
2	UD3D	97	97
3-4	RZ9AWA	95	95
3-4	RA8T	95	95
5	RK3SWS	87	87
6	RZ9UWZ	83	83
7	UN8LWZ	78	78
8	RK1OWZ	77	77
9	RK3XWO	72	72
10	RZ9WXT	66	66
11	RK3SAI	60	60
12	RK4CYW	59	59
13	UK8AWC	58	58
14	UT7AXA	56	56
15	RK9FYS	48	48
16	RK3YYQ	46	46
17	RC1QA	38	38
18	RK3GXB	37	37
19	RZ6LWY	35	35
20	RC3G	30	30
21	RK3RXK	19	19

SINGLE-OP OM

1	UA1CUR	48	48
2	RA4DR	47	47
3	RA3NC	39	39
4-5	RK9AY	37	37
4-5	R3LC	37	37
6	RN3DKQ	36	36
7-8	R3DZ	34	34
7-8	RA0LQ/MM	34	34
9-10	UA4CQN	31	31
9-10	UA3AAJ	31	31
11	RV9CQ	29	29
12-13	R9QQ	28	28
12-13	RE3YAA	28	28
14	RX4YY	27	27
15-17	RM3N	26	26
15-17	US1MY	26	26
15-17	UA9AC	26	26
18-19	RA9MX	25	25
18-19	RW3QW	25	25
20-22	U3DI	23	23
20-22	LZ2FM	23	23
20-22	UA4AII	23	23
23-24	UA4FDL	22	22
23-24	R7FG	22	22
25-27	R3VL	21	21
25-27	EU1DZ	21	21
25-27	RA3ZRN	21	21
28-31	RV1OO	20	20
28-31	RU9YF	20	20
28-31	LY4BR	20	20
28-31	RA3VKU	20	20
32-35	RN3ZIN	19	19
32-35	YL2CV	19	19
32-35	RT2F	19	19
32-35	RN4AO	19	19
36	EU6AA	18	18
37-39	RX6LOL	17	17
37-39	UN7FW	17	17
37-39	RV6ACC	17	17
40-42	RA4CGJ	16	16
40-42	UX1CL	16	16
40-42	RA3TVL	16	16
43	YL2HK	15	15
44	UX3IT	12	12
45	UR5IFM	11	11
46	R8MD	10	10
47-48	UR4MF	9	9
47-48	UA3WW	9	9
49-50	4Z5KZ	8	8
49-50	EY8AN	8	8
51-53	R2WW	5	5
51-53	RW3AI	5	5
51-53	RV3DA	5	5
54	RA0AY	4	4
55	UA9XBJ	3	3

MULTI-OP OM

1	RK4HYT	39	39
2	RK3FWI	30	30
3	RK0SXR	9	9

SWL

1-2	R3M-73	19
1-2	R3M-76	

CHECKLOG

UU9JQ, EW7SM

Очно-заочный чемпионат Украины

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Первые республиканские очно-заочные соревнования Украины по радиосвязи на КВ прошли в 1986 г., а со следующего года они уже стали официальным чемпионатом УССР. Так продолжалось до 1992 г., а затем по всем понятным причинам наступил длительный перерыв.

И вот в этом году удалось его возродить. Очные участники собрались в районе Горловки Донецкой области. Для них были получены позывные серий EM23IA-IZ, EN23IA-IZ и EO23IA-IZ. Кстати, QSL-менеджером для всех них является Сергей Бондаренко (US3IZ). В очной части приняли участие восемь команд, представляющих коротковолновиков шести областей и г. Киева. За личное первенство боролись 22 спортсмена. Вне конкурса работал и один россиянин — Владимир Лесничий (R7LV).

Спортсменам и судьям были вручены подарочные наборы: футболка и вымпел, а также памятный компакт-диск, который отражает историю проведения как очно-заочных Всесоюзных соревнований и чемпионатов СССР, так и чемпионатов УССР.

На открытии присутствовали заместитель председателя городской администрации (он же — председатель Оргкомитета) и руководители департаментов спорта, образования и по делам семьи и молодёжи, а также заместитель председателя ТСОУ (оборонная организация Украины) Донецкой области.

Как само открытие, так и позиции спортсменов посетило немало гостей. Помимо местных коротковолновиков, на поле приехали и жители Горловки — многие из них с детьми. Это сработала хорошая реклама чемпионата — о нём была информация на городском сайте, в местных газетах и на канале ТВ.

Контест начался в 18.00, и как назло, начался ещё и проливной дождь, причём первые два часа он был с громом и молниями. Но заранее проверенная система заземлений на позициях антенн, трансиверов и генераторов позволила обойтись без происшествий. Правда, произошёл и курьёзный случай. Леониду (UT2II) досталась позиция, которая была расположена недалеко от дачного посёлка. Его бдительные жители, когда шёл сильнейший дождь и было уже темно, увидели свет фар автомобиля Леонида и вызвали спецподразделение "Беркут" охраны водоканала. Приехавшие "беркутовцы" минут 20 не могли понять, что же делают люди в поле с какими-то антеннами и передат-

Лучшие спортсмены в личном зачёте (слева—направо) — UR0MC, US2YW и UY6IM.

Они лидировали в командном зачёте (слева—направо) — UY6IM и UT7DK, UR0MC и UR5MID, US7IY и UW5IM.

чиком ночью под дождём. Но всё благополучно завершилось...

В 24.00 контест закончился и начался приём отчётов. От заочников поступили 109 отчётов из семи стран.

В личном зачёте чемпионом Украины стал Вячеслав Жук (US2YW), а Роман Шульга (UY6IM) и Роман Ткаченко (UR0MC) заняли соответственно второе и третье места. Команда города Рубежное Луганской области (UR0MC и UR5MID) стала чемпионом Украины в командном зачёте. Команда хозяев соревнований (US7IY и UW5IM) была второй. На третьем месте — команда Закарпатской области (UT7DK и UY6IM).

После подведения итогов чемпионата прошла лотерея — ноутбук Lenovo был разыгран среди спортсменов и судей на позициях. Его выиграл R7LV, но Владимир передал его в дар коллективной радиостанции Горловской СЮТ (UT3IZZ).

Были вручены и два специальных приза: контроллер RigExpert Андрею Мельничуку (UW5IM), как "самому молодому спортсмену", и портативная УКВ радиостанция Виктору Пино (UY5VA), как "самому старшему спортсмену".

По отзывам участников и гостей ОЗЧУ-2013 они не пожалели о потраченных времени и средствах — ведь лучше один раз увидеть, чем несколько раз услышать. Надеемся, что ОЗЧУ теперь будут проводиться регулярно и займут своё достойное место в истории радиоспорта и Лиги радиолюбителей Украины.

В августе 91-го...

Эта фотография была опубликована в сентябрьском выпуске клуба "Эфир" газеты "Патриот" — народный депутат Олег Басилашвили работает на любительской радиостанции R3A из нашего Белого дома в ночь с 20-го на 21 августа 1991 г.

В те тревожные дни оттуда работали три любительские радиостанции (R3A, R3B и на УКВ R3C), которые обеспечивали через любительские каналы связь с внешним миром, с органами печати. В эфире звучали голоса народных депутатов и профессиональных журналистов.

Тогда из Белого дома вышла в эфир даже средневолновая AM радиостанция, для которой использовался трансивер UW3DI — его в срочном порядке "перегнали" с диапазона 1,8 МГц на средние волны и ввели амплитудную модуляцию.

Осваиваем 10 ГГц!

Виктор ТИМОФЕЕВ (RA9YJY),
Пётр ШАЛЮТА (RA9YMI), г. Барнаул

В апрельском номере журнала "Радио" за 2012 г. был опубликован рассказ о том, как мы осваивали диапазон 5,7 ГГц. Успешные эксперименты с аппаратурой и антеннами завершились проведением многочисленных радиосвязей и вдохновили наш дружный коллектив на освоение новых диапазонов. На взгляд дилетанта, в наше время с радиосвязью всё ясно — покупай аппаратуру и работай на здоровье. Но УКВ не было бы УКВ, если бы всё было так просто. Множество проблем и проблемок, возникших на пути к успеху в диапазоне 5,7 ГГц, сплотили коллектив и обогатили его участников драгоценным опытом.

Радиосвязи, проведённые на диапазоне 5,7 ГГц, подтолкнули нас к попытке провести связь на следующем УКВ диапазоне — 10 ГГц. Для осуществления замысла была необходима аппаратура на этот диапазон. Нам удалось приобрести один её комплект у DB6NT (спасибо Алексею RA4SD — помог оформить заказ). Как и в случае с диапазоном 5,7 ГГц, для радиосвязи был нужен второй корреспондент. Когда у RA9YMI появилась возможность, он приобрёл у DB6NT набор комплектующих для трансвертера и сделал Сергею (UA9YJM) подарок в день его рождения. А к первому комплекту были приобретены трансвертер, малошумящий усилитель и усилитель мощности. Кроме того, ранее также были приобретены несколько образцовых генераторов на 10 МГц (в дальнейшем они все пригодились).

Сергей собрал свой трансвертер, но настроить его не представлялось возможным — не было внешнего образцового генератора на 106,5 МГц. Пришлось просить его у DB6NT. Одновременно он заказал ещё один подобный генератор на 108 МГц для маяка на 10 ГГц. После получения всех недостающих комплектующих началась работа по сборке трансвертеров. Один из наших коллег помог раздобыть листовую латунь, которая была необходима для изготовления рупоров трансвертеров и маяка.

При сборке трансвертеров и маяка UA9YJM использовал опыт, полученный при сборке трансвертеров на 5,7 ГГц. В частности, он применил одни и те же кабели питания и ПЧ. Это позволяло в полевых условиях на параболе менять только трансвертеры с рупорами. Пока собирался трансвертер, Юрий (RA9YSL) изготовил рупоры антенн — как они выглядят, иллюстрирует фотография в тексте статьи. Размеры рупора можно найти на домашней странице RA3WDK <http://ra3wdk.qrz.ru/10ghz.htm>.

С маяком возникла небольшая проблема. Его заказывали на частоту 10368 МГц, а после завершения монтажа частота оказалась несколько ниже — и трансивер FT736 не смог "захватить" частоту, находящуюся за пределами его рабочего диапазона. Консультации Ивана (RA3WDK) помогли решить эту проблему — оказывается, изменяя напряжение на выводе образцового кварцевого генератора, можно в некоторых пределах варьировать его выходную частоту.

Собрав и проверив на приём с помощью маяка первый трансвертер, Сергей убавил его мощность до уровня 200 мВт (изначально фирмой DB6NT выставляется 290 мВт). Мы решили не рисковать. При входной мощности 200 мВт усилитель выдал 5,3 Вт.

Вот так выглядит рупорная антенна этого диапазона.

При настройке своего трансвертера Сергей использовал прескейлер (делитель на 8) к частотомеру MFJ-886. Это дало возможность налаживать трансвертер покаскадно. Плата прескейлера была предоставлена Владимиром (R3GC), микросхема HMC494 приобретена через RA3WDK, а собрал его RA9YSL. Частотомер MFJ-886, имеющий рабочий диапазон до 3 ГГц, при использовании такого прескейлера позволяет измерять частоту до 18 ГГц. Очень жаль, что при сборке и настройке трансвертеров на 5,7 ГГц у нас его ещё не было! Прошло несколько дней, Сергей собрал и свой трансвертер, измерил его выходную мощность. Прибор показал 255 мВт.

Возвращаясь к измерениям, хочется сказать, что Сергей, ради интереса, измерил мощность маяка от DB6NT: по паспорту — 240 мВт, измеренная — 238 мВт. Отличный прибор сделал RA3WDK — мы ещё раз вспомнили его добрым словом.

Когда оба трансвертера и маяк были собраны, стали ждать тёплый солнечный день. И вот, на 14 марта этого года мы договорились с Сергеем о встрече. Была ясная погода, температура днём поднялась до +6 °С. Как и в случае с экспериментами на диапазоне 5,7 ГГц, решили приехать к Сергею в село Повалиха (около 25 км от Барнаула) и проверить аппаратуру возле его дома.

К нашему приезду Сергей уже прогрел трансвертеры и маяк. Приехав, развернули на крыше автомобиля трансивер TS2000X и подключили трансвертер. Хотя он уже был прогрет в шеке Сергея, сигнал маяка на улице услышали не сразу. Лишь по истечении нескольких минут, когда прогрелся образцовый генератор на 10 МГц, маяк был принят на уровне 59+60 дБ.

Пётр (RA9YMI) — первая в Сибири связь на диапазоне 10 ГГц.

С этой позиции до корреспондента уже 19 километров!

В отличие от работы на 5,7 ГГц, где использовалась офсетная парабола, решили попробовать провести связь на рупорах. Переместились на 200 м по улице от дома Сергея и, развернув позицию на новом месте, включили аппаратуру. После прогрева аппаратуры провели двустороннюю связь в режиме FM — сигнал в оба направления был 59++.

Тогда решили переехать на расстояние 3 км. К сожалению, добраться до места, которое предложил Сергей, не получилось — было очень много снега. Развернули позицию там, куда смогли проехать — в 1,5 км от дома Сергея. Из-за особенностей рельефа прямой видимости базовой позиции (в доме Сергея) не было.

Для проведения двусторонней связи потребовалось несколько больше времени — на очередной прогрев трансвертера плюс на юстировку рупоров друг на друга. Как оказалось, на таком расстоянии это уже весьма непросто. Пришлось юстироваться в несколько приёмов и этот процесс повторять несколько раз. Наконец установили двустороннюю связь с уровнями сигнала 59++ в оба направления.

На обратном пути заехали к Сергею попрощаться и договорились с ним о продолжении экспериментов на этом интересном диапазоне. Успех позволял надеяться, что связи получатся и на большее расстояние.

4 мая проходили дни активности на СВЧ. Мы договорились с UA9YJM провести очередной эксперимент на диапазоне 10 ГГц. С 3-го на 4 мая всю ночь шёл дождь, только к утру перестал. Это не могло не радовать — не очень-то хотелось развёртывать позицию в поле и работать под дождём. Утром 4 мая, погрузив в машину аппаратуру, параболу и треногу, выехали в квадрат NO13tj. Добирались до позиции с большим трудом — после дождя полевую дорогу развезло и пришлось даже пару раз толкать машину, чтобы доехать до нужного места.

Установили параболу на треноге и стали поджидать корреспондента. Не прекращающиеся порывы ветра то и дело заваливали её. Оказалось, что параболическая антенна диаметром 90 см — это хороший парус. Сориентировавшись на Сергея, попытались провести связь. "Зацепившись" в очередной раз с Сергеем, начинаем подстраиваться по азимуту, но ветром роняет параболу. Чтобы всё-таки провести связь, пришлось попросить водителя подержать её руками. И вот связь установлена! Уровни сигнала достигают 59++ в режиме SSB, а в режиме FM — +60 дБ. Причём в это время у Сергея, на его позиции, во время проведения связи упорно моросил дождь.

На этот раз удалось провести полноценную радиосвязь на расстоянии 19 км! Это наше первое по-настоящему дальнее QSO на диапазоне 10 ГГц.

А вскоре, во время зональных соревнований по радиосвязи на УКВ (они проходили 1 и 2 июня этого года), UA9YJM и RA9YMI удалось провести двустороннюю радиосвязь на этом диапазоне на расстоянии 56 км.

Хотелось бы отметить, что проведение этих связей было бы невозможно без помощи и активной поддержки коллег — ультракоротковолновиков, а также лиц, неравнодушных к радио. Только объединив наши усилия, мы сможем достигать новых рубежей в освоении СВЧ диапазонов и в других направлениях радиолюбительской деятельности.

Новости СРР

На состоявшемся в июле этого года заседании Президиума Союза радиолюбителей России были утверждены структура его рабочих органов, а также их руководители. Предложения по персональному составу комитетов и комиссий СРР будут рассмотрены в ближайшее время.

Председателем комитета СРР по спортивной радиосвязи на КВ (КВ-комитета) утверждён М. И. Клоков (UA9PM), председателем комитета СРР по спортивной радиосвязи на УКВ (УКВ-комитета) — член Президиума СРР Д. С. Дмитриев (RA3AQ), председателем комитета по цифровым видам радиосвязи — А. А. Назаров (RA9SC). Председателем комитета по развитию очных спортивных дисциплин радиоспорта утверждён член Президиума СРР А. Ф. Куликов (RN1CA), а руководителем комитета СРР по спортивной радиопеленгации (комитет по СРП) — член Президиума СРР К. Г. Зеленский (RW6HTA). Комитетом по скоростной радиотелеграфии (комитетом по СРТ) продолжит руководить Э. В. Арюткина, а комитетом по многоборью радистов — Н. С. Овчинников (RK4FL). Всероссийскую коллегию спортивных судей по радиоспорту возглавит В. Г. Кузьмин (R2TT).

Утверждены также и председатели комитетов, которые не относятся напрямую к спорту, но имеют не менее важное значение для деятельности СРР. Председателем комитета по взаимодействию с международными организациями (Международный комитет) стал вице-президент СРР Р. Р. Томас. Комитет СРР по подготовке радиооператоров любительской службы к действиям в условиях ЧС и взаимодействию с МЧС возглавил Е. А. Родыгин (RU4PG), а комитет СРР по работе с ветеранами и организации мемориала "Победа" — член Президиума СРР Н. П. Гончаров (R3TT). Председателем комитета СРР по работе с молодёжью, начинающими и квалификационной деятельности утверждён член Президиума СРР И. Е. Григорьев (RV3DA), а А. А. Абрамов (RD3M) будет руководить комитетом СРР по правовому обеспечению деятельности СРР (правовым комитетом).

Должность ответственного секретаря СРР остаётся за В. И. Феденко (UA3AHA), а руководство QSL-бюро СРР — за Н. И. Аверьяновым (UA3DX). Начальником спортивного отдела СРР продолжит работать С. А. Манаева.

Приказом Минспорта России от 1 июля 2013 г. № 81-нг Игорю Буклану (RA3AUU), Дмитрию Гуськову (R3DCX) и Александру Орлову (RW4WR) присвоено почётное спортивное звание "Заслуженный мастер спорта России".

С 1 июня этого года отменена оплата за пересылку QSL-почты внутри России, ранее составлявшая 90 руб. за килограмм. Сейчас действуют следующие расценки услуг Центрального QSL-бюро СРР на исходящую QSL-почту: зарубежная QSL-почта — 380 руб. за килограмм, внутрироссийская QSL-почта — бесплатно.

Усилитель мощности диапазона 136 кГц

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

Проводить на ДВ диапазоне даже местные радиосвязи очень интересно и необычно. Но чтобы иметь возможность связываться на большие расстояния и экспериментировать с антеннами, радиолюбителю необходим мощный надёжный передатчик. Его можно построить на базе уже имеющегося возбудителя [1] и усилителя мощности, схема которого изображена на **рис. 1**. Максимальная выходная мощность усилителя на нагрузке 50 Ом — 100 Вт, имеется возможность её ступенчатой регулировки. В конструкцию заложен определённый запас электрической прочности, позволяющий избежать выхода усилителя из строя при различных экспериментах с антеннами или ошибке оператора. Допускается работа на полностью рассогласованную нагрузку. Усилитель оснащён измерителем потребляемого тока и индикатором тока в антенне, сигнализатором перегрева, защитой от перегрузки по входу и от воздействия мощных коротких импульсов на его выход.

Сигнал от возбудителя поступает через разъём XW1 на трансформатор T1, который служит для развязки информационного сигнала и управляющего сигнала включения усилителя (PTT), формируемого возбудителем. Сигналом PTT центральный контакт разъёма XW1 (входная цепь) замыкается по постоянному току на общий провод. При этом срабатывает реле K1, соединяемое с общим проводом через обмотку I трансформатора T1 (ток в цепи не более 20 мА) и резистор R1, и своими контактами K1.1 замыкает цепь питания силового реле K2, подающего напряжение на выходной каскад. По высокой частоте обмотка I трансформатора T1 соединена с общим проводом через конденсатор C1. Резистор R1 защищает выход возбудителя от перегрузки по току. Выключатель SA2 служит для ручного управления работой усилителя.

С обмотки II трансформатора T1 через токоограничивающий резистор R3 и разделительный конденсатор C3 информационный сигнал поступает на предварительный усилитель — микросхему DA1. Диоды VD2 и VD3, включённые встречно-параллельно, защищают вход микросхемы от перегрузки, а конденсатор C4 — от ВЧ наводок. Цепь R5, R6, R8, C5, C7 задаёт на её входе (вывод 1) необходимое напряжение смещения. Верхняя граница диапазона эффективно усиливаемых частот микросхемы TDA2030 составляет 140 кГц. В устройстве применена типовая, рекомендованная производителем, схема включения. Коэффициент усиления по переменному току около двадцати задан резисторами R9 и R10. Таким образом, при амплитуде входного сигнала, ограниченного диодами VD2, VD3 до уровня примерно 0,6 В, амплитуда выходного сигнала на выводе 4 микросхемы приблизительно равна напряжению питания этой микросхемы. Диоды VD12 и VD13 защищают выход микросхемы DA1 при работе на индуктивную нагрузку. Цепь R11C16 подавляет паразитную ВЧ генерацию на выходе микросхемы. При недостаточной ёмкости конденсатора C16 возможна генерация на частоте около мегагерца. Резистор R11 влияет на уровень колебательных выбросов на перепадах сигнала. Конденсатор C12 в цепи ООС уменьшает усиление микросхемы на ВЧ.

С выхода микросхемы DA1 через разделительный конденсатор C17 сигнал поступает на первичную обмотку трансформатора T3. Противофазное включение вторичных обмоток трансформатора обеспечивает корректную работу двухтактного оконечного каскада, собранного на мощных полевых переключательных транзисторах VT1—VT4. В каждом плече включено по два транзистора параллельно, что снижает тепловыделение на каждом из них и в целом повышает надёжность работы.

Резисторы R13, R14, R16, R17 устраняют самовозбуждение каскада на ВЧ. Стабилитроны VD14—VD21 защищают цепи затворов транзисторов от пробоя и ограничивают напряжение затвор—исток до 15 В (для указанных на схеме транзисторов это напряжение не должно превышать 20 В). Цепи отрицательной обратной связи — R20C21 и R21C22 — повышают устойчивость работы каскада.

Варисторы RU1 и RU2 защищают стоковые цепи транзисторов от возможных выбросов напряжения. Они срабатывают при 80 В (в обозначении варистора указано действующее значение переменного напряжения 60 В, для импульсных сигналов порог несколько выше). Цепи R22C23, R23C24 и R24C25 подавляют паразитные ВЧ колебания в момент переключения транзисторов.

Нагрузкой двухтактного каскада служит трансформатор T4. На среднюю точку его первичной обмотки подано напряжение питания каскада. Конденсатор C26 замыкает переменную составляющую в цепи питания на общий провод. Вторичная обмотка трансформатора T4 выполнена с четырьмя отводами, и положение переключателя SA3 определяет выходную мощность усилителя.

С переключателя SA3 сигнал подан на выходной разъём XW2 усилителя через датчик тока в антенне — трансформатор T5. Напряжение с обмотки II этого трансформатора выпрямляется диодным мостом VD23—VD26 и поступает на узел индикации, который собран на транзисторах VT5, VT6 и светодиодах HL6—HL12 по схеме, заимствованной из [2]. При токе в антенне 1 А ток во вторичной обмотке трансформатора T5 в 50 раз меньше — 20 мА, и падение напряжения на резисторе R30 — при-

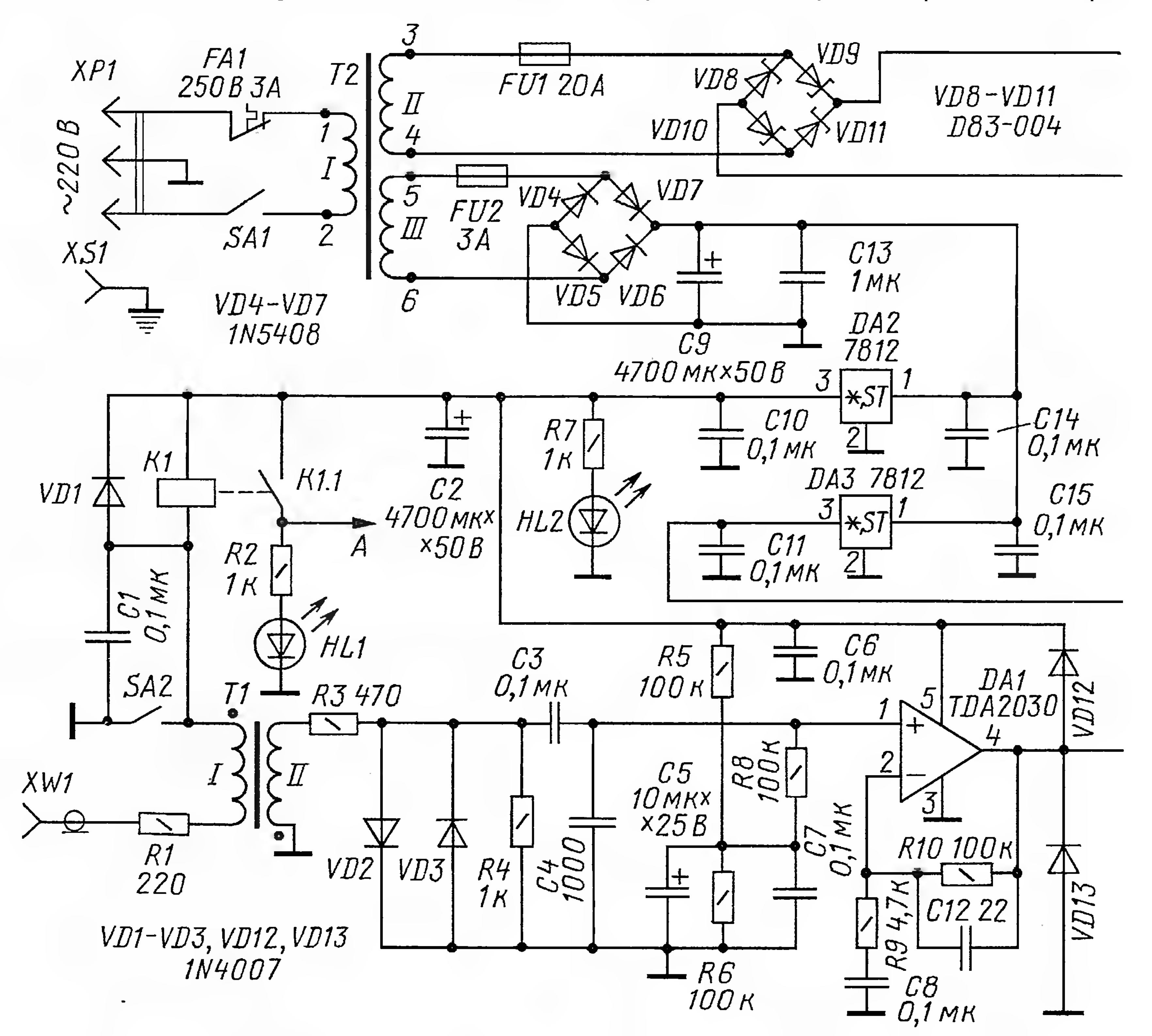


Рис. 1

мерно 0,2 В. При напряжении 0,5 В уже включены все светодиоды, что соответствует току в антенне 2,5 А. Если усилитель на транзисторах VT5, VT6 исключить, сопротивление резистора R30 увеличить до 150 Ом и соединить выход выпрямителя VD23—VD26 непосредственно с верхним по схеме выводом резистора R36, первый светодиод (HL6) зажигается при токе в антенне примерно 0,5 А, а свечение всей шкалы соответствует току 4 А.

Узел питания усилителя выполнен на трансформаторе (T2) от источника бесперебойного питания. Его сетевая обмотка подключена через штатный автоматический предохранитель FA1. У трансформатора две вторичные обмотки — сильноточная II с напряжением в ненагруженном режиме около 14 В и вспомогательная III с напряжением 16 В. Выпрямитель на элементах VD8—VD11, C18—C20 обеспечивает питание выходного каскада. Резистор R19 служит для быстрой разрядки конденсаторов фильтра после выключения питания. Напряжение "холостого хода" источника — 20 В, при токе 10 А оно снижается до 16 В.

В минусовый провод питания мощного выпрямителя включён цифровой амперметр PA1 марки SAH0012R-50 [3] с шунтом R12. Прибор измеряет ток, потребляемый выходным каскадом усилителя мощности (установка вместо него ампервольтметра SVAL0013 позволит одновременно наблюдать также напряжение и, таким образом, судить о потребляемой мощности).

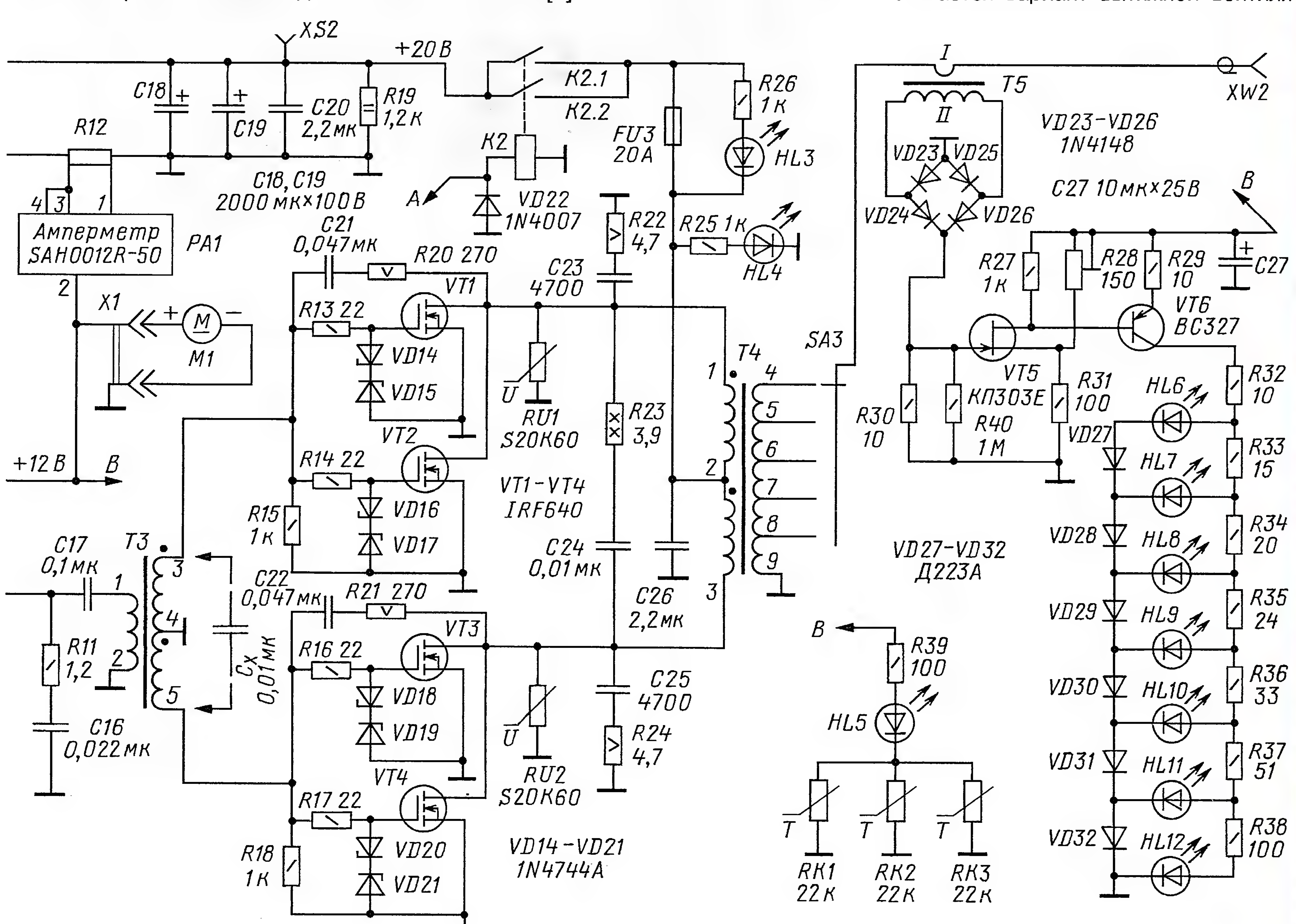
Напряжение с выпрямителя VD4—VD7 и фильтрующих конденсаторов C9, C13 через самовосстанавливающийся предохранитель FU2 поступает на интегральные стабилизаторы DA2 и DA3. Первый обеспечивает питание микросхемы DA1 и узла PTT, второй — питание вентилятора M1, цифрового амперметра PA1 и узла индикатора тока антенны. Светодиод HL2 показывает наличие напряжения на выходе стабилизатора DA2, светодиод HL1 — включение режима PTT.

Обмотка II трансформатора T2 защищена от перегрузки по току плавкой вставкой FU1, а выходной каскад УМ — FU3. Светодиод HL4 показывает наличие напряжения питания каскада, а включение светодиода HL3 сигнализирует о перегорании плавкой вставки FU3. От этого источника можно питать ещё какие-либо вспомогательные устройства, для чего его выход выведен дополнительно на отдельную приборную клемму XS2.

Устройство контроля температуры узлов передатчика собрано на терморезисторах RK1—RK3 и светодиоде HL5. Терморезисторы установлены на теплоотводах микросхемы DA1 и транзисторов VT1—VT4 и имеют с ними тепловой контакт. Эту простейшую систему контроля можно заменить цифровым измерителем температуры, например, STH0014 [3].

Усилитель (за исключением узлов индикации тока в антенне и контроля температуры) смонтирован на печатной плате размерами 225×165 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита.

Некоторые детали для усилителя можно взять из старых компьютерных блоков питания, источников бесперебойного питания и отслуживших свой срок мониторов на ЭЛТ. Транзисторы IRF640 заменимы на IRF540. Диоды VD1—VD3, VD12, VD13, VD22 — любые кремниевые с допустимым током 1 А. Диоды VD4, VD5, VD8, VD10 — любые кремниевые с допустимым током 3 А и обратным напряжением не менее 30 В. Сборки диодов Шотки D83-004 (обратное напряжение 40 В, допустимый ток 30 А) состоят из двух диодов с общим катодом. В выпрямителе VD8—D11 оба диода сборок включены параллельно, но на схеме (рис. 1) они изображены как один. Все корпуса сборок закреплены на алюминиевых теплоотводах размерами 80×80 мм и толщиной 3 мм через диэлектрические прокладки и теплопроводящую пасту. Теплоотводы установлены перпендикулярно печатной плате и закреплены с помощью уголков. Для принудительного обдува теплоотводов применён вентилятор AFB0812VH диаметром 80 мм от компьютерного БП. Вентилятор нагнетает воздух внутрь корпуса усилителя непосредственно на теплоотводы. Хотя более эффективным считается вариант вытяжной вентиля-



ции, но это справедливо при закрытой верхней крышке корпуса. В процессе же налаживания корпус прибора открыт, и эффективность охлаждения в этом случае получается ниже вследствие подсоса воздуха в обход теплоотводов.

Стабилитроны VD14—VD21 — с напряжением стабилизации 15 В и мощностью 1 Вт.

Микросхемы DA1 и DA2 установлены на общем теплоотводе без изолирующих прокладок. Для микросхемы DA3 теплоотводом служит лицевая панель прибора.

Все светодиоды в усилителе импортные в корпусах диаметром 5 мм: HL1 — красного цвета свечения; HL2 и HL4 — зелёного; HL3 — жёлтого.

Реле K1 — РЭС49 (исполнение РС4.569.421-02) на рабочее напряжение 12 В; K2 — автомобильное K8 75.3777 12 В 20 А (аналогичные реле устанавливают в автомобилях ВАЗ-2108). Корпус этого реле имеет крепёжный фланец, с помощью которого его прикрепляют к теплоотводу транзисторов VT3, VT4. Выводы у реле — ножевого типа, и провода, подключаемые к ним, снабжены соответствующими разъёмами, которые можно купить в автомагазине.

Оксидные конденсаторы C2, C5, C9, C18, C19 — импортные. Конденсаторы C1, C3, C20—C26 — K73-9 или аналогичные на номинальное напряжение не менее 100 В. Остальные конденсаторы керамические — K10-17 или их импортные аналоги.

Варисторы RU1, RU2 синего цвета диаметром 20 мм. От диаметра зависит значение допустимого импульсного тока через прибор и мощность рассеяния, хотя, как показала практика, при работе эти детали практически не нагреваются. Тем не менее они призваны защитить выходные транзисторы не только от импульсов напряжения, возникающих на трансформаторе T4 во время работы, но и от мощных импульсов грозовых разрядов, когда во время ненастья антенна осталась подключённой к передатчику. Конечно, такой ситуации лучше избегать и заблаговременно отключать и заземлять антенну.

Бо́льшая часть резисторов в устройстве — МЛТ. Резисторы R20—R24 — мощные проволочные серии SQP (при работе передатчика они заметно нагреваются). Резистор R12 — измерительный шунт 75ШИП1-50-0,5, на работу с которым рассчитан цифровой измеритель SAH0012R-50. При токе 50 А падение напряжения на шунте равно 75 мВ. Токопроводящий элемент шунта демонтируют со штатной колодки и закрепляют на плате усилителя винтами, места контактов следует обязательно облудить. Провода от измерителя PA1 закрепляют на этих же винтах гайками. Шунт указанного типа можно заменить аналогичным на меньший ток, например, 75ШИП1-25-0,5 на ток 25 А. Соответственно, напряжение на нём при том же токе будет в два раза больше. Чтобы показания прибора соответствовали действительным, один из выводов амперметра припаивают к середине (по длине) токопроводящей части шунта.

Плавкие вставки FU1 и FU3 удобно применить автомобильные флажкового типа с плоскими ножевыми выводами. В этом случае для них в плату следует впаять гнёзда ножевых разъёмов. В процессе экспериментов, подбора согласования с антенной или при неосторожных действиях эти предохранители могут перегорать не раз. В результате я заменил плавкую вставку FU3 на автоматический предохранитель (25 А), установив его на задней стенке корпуса. Предохранитель FU2 — самовосстанавливающийся MF-R300 на ток 3 А.

Трансформатор T1 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера K16×8×6 мм из феррита 2000НМ. Первичная обмотка содержит 20 витков, а вторичная — 10 витков провода ПЭВ-2 0,3. Трансформатор T3 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера K32×16×8 мм из феррита 2000НМ и содержит 12 витков провода ПЭВ-2 0,3 в первичной обмотке. Вторичная обмотка намотана сложенным вдвое проводом МГТФ 0,3 и содержит 30 витков. Обмотки намотаны на противоположных сторонах кольца. Трансформатор закреплён на плате вертикально с помощью кабельной нейлоновой стяжки, продетой через кольцо и отверстия в плате.

Выходной трансформатор T4 выполнен на двух сложенных вместе П-образных магнитопроводах ПК30×16 из феррита 3000НМС-1 (можно применить магнитопроводы строчных трансформаторов от мониторов на ЭЛТ). Своего рода прямоугольное "кольцо" обматывают лакотканью или липкой лентой и затем на одной из его сторон наматывают вторичную обмотку — 30 витков проводом ПЭВ-2 1,0 с отводом от каждого шестого витка. Отводы выполняют так: провод отгибают перпендикулярно магнитопроводу и обматывают один раз вокруг какой-либо оправки, например, спички, и далее продолжают намотку следующих витков. Затем вынимают спичку, а образовавшееся из провода кольцо перекручивают один раз вокруг своей оси, чтобы придать ему жёсткость. Зачищают провод от изоляции и облуживают. Концевые выводы обмотки закрепляют на магнитопроводе кабельными нейлоновыми стяжками. Первичную обмотку T4, состоящую из трёх витков сложенного вдвое провода ПЭВ-2 2,0, наматывают на свободной части магнитопровода. Жёсткость этого провода придаёт конструкции трансформатора необходимую прочность и, будучи впаянным в плату, фиксирует его настолько хорошо, что других мер крепежа уже не требуется. Трансформатор не должен значительно нагреваться в процессе работы, в противном случае необходимо применить магнитопровод большего сечения. Подойдут кольца типа 80С30 или аналогичные голубого цвета фирмы Amidon, а также сложенные вместе три кольцевых магнитопровода типоразмера K65×40×9 мм из феррита 2500НМ.

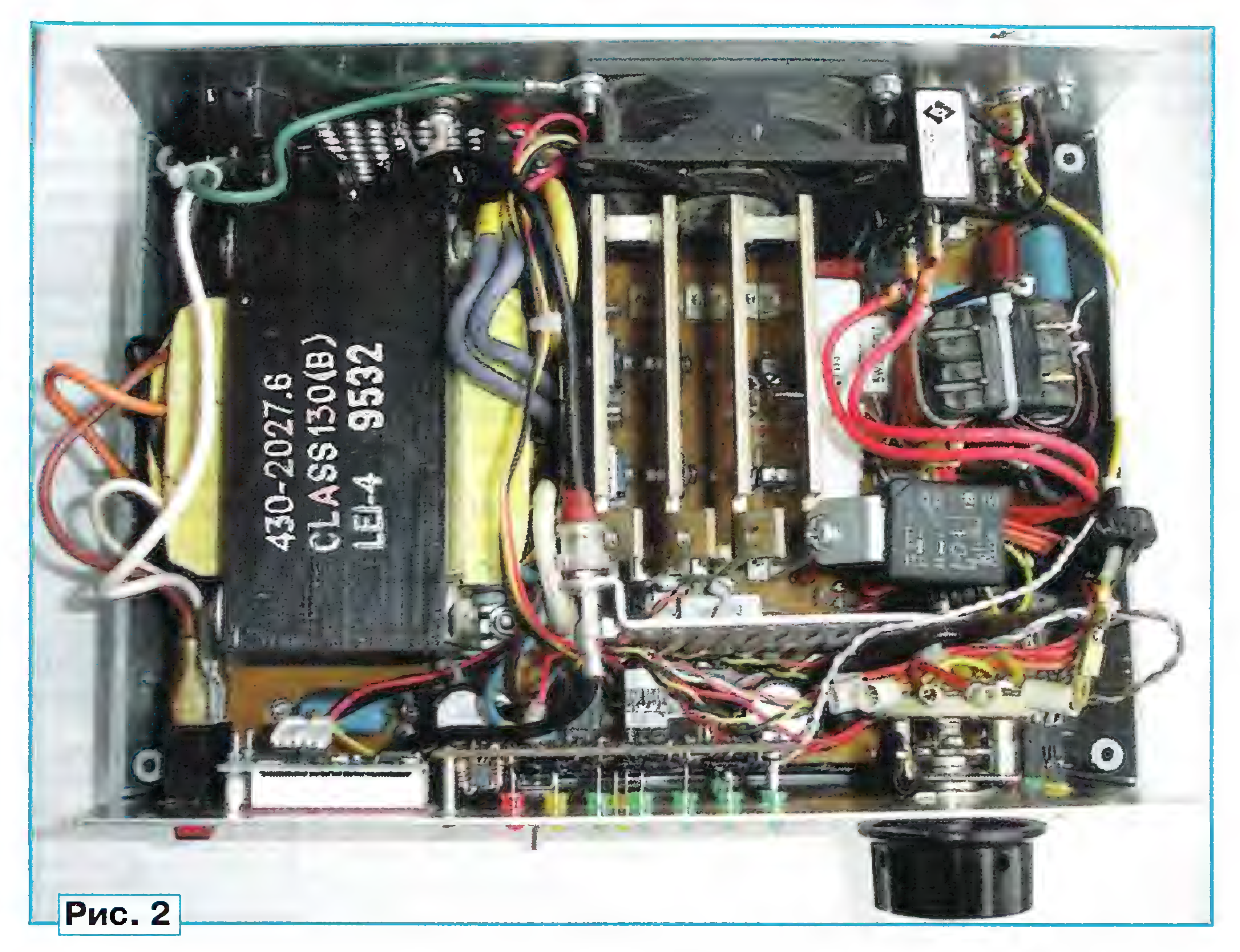


Рис. 2

Выводы вторичной обмотки трансформатора T4 соединяют гибкими изолированными проводами длиной 15 см с переключателем SA3, закреплённом на лицевой панели. Провода связаны в жгут.

Трансформатор T5 выполнен на кольцевом магнитопроводе типоразмера K16×8×6 мм из феррита 2000НМ, предварительно обмотанном лакотканью. Обмотка II трансформатора содержит 50 витков провода ПЭВ-2 0,2 и должна быть хорошо заизолирована (обмотана липкой лентой или лакотканью). Такие меры предосторожности вызваны тем, что напряжение на вторичной обмотке трансформатора T4 на холостом ходу может превышать 200 В!

Обмоткой I трансформатора T5 служит провод, пропущенный через магнитопровод и соединяющий подвижный контакт переключателя SA3 с разъёмом XW2. На провод предварительно надета изолирующая ПВХ трубка.

Мощность сетевого трансформатора Т2 определяет возможную максимальную мощность усилителя. Сечение магнитопровода установленного трансформатора — 50×35 мм. Выводы обмоток трансформатора имеют стандартные ножевые разъёмы, поэтому на печатной плате были закреплены ответные части (гнёзда) таких разъёмов, что оказалось достаточно удобным в конструктивном плане. Можно установить трансформатор другого типа, например ТН60. На плате достаточно места для его установки.

Выключатель SA1 — IRS-101-1A3 (с подсветкой), SA2 — тумблер МТД1, SA3 — ПГК-11П1Н-А. Разъём XW1 — СР-50-73Ф, XW2 — UHF-7511, XP1 — SS-7B, XS1 и XS2 — BP-118.

Индикатор тока в антенне и узел контроля температуры собраны на отдельной печатной плате размерами 35×82 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Светодиод HL6 — красного цвета, HL5 и HL7 — жёлтого, HL8—HL12 — зелёного. Они установлены над платой на высоте около 20 мм. Можно применить отечественные светодиоды АЛ307БМ, АЛ307ВМ, АЛ307ЕМ. Все постоянные резисторы — МЛТ. Подстроечный R28 — СПЗ-19. До установки транзистора VT5 на плате монтируют резистор R40, наличие которого позволит избежать пробоя полевого транзистора при монтаже и подборке резистора R30. Плата индикации закреплена на внутренней стороне лицевой панели.

Усилитель смонтирован в металлическом корпусе размерами 260×180×105 мм. Внутренняя компоновка прибора показана на **рис. 2**. На лицевую панель прибора выведены переключатели SA1—SA3, измеритель PA1, светодиоды HL1—HL12. На заднюю панель — ВЧ разъёмы XW1, XW2 и сетевой разъём XP1, предохранители FA1 и FU1, клемма питания XS2, а также клемма заземления XS1. В задней панели просверлены 65 вентиляционных отверстий диаметром 5 мм и отверстие диаметром 80 мм для вентилятора, который закреплён винтами с внутренней стороны панели. Снаружи вентилятор закрыт декоративной защитной решёткой.

Налаживание устройства начинают с проверки работы источника питания.

Затем на усилитель подают питание при разомкнутом выключателе SA2. Должен включиться вентилятор, а амперметр показать нулевое значение тока. Если вентилятор не работает, возможно, неправильно подключено его питание (чёрный провод — общий, красный — +12 В, третий провод, обычно жёлтого цвета, не используется). При замыкании SA2 включаются реле K1, K2 и светодиоды HL1, HL2, HL4, но в отсутствие входного сигнала показания амперметра должны оставаться нулевыми. Если прибор показывает какое-либо значение тока, возможно, самовозбуждается усилитель на микросхеме DA1. Тогда необходимо выключить SA2 и измерить напряжение на выводах 1, 2 и 4 микросхемы DA1, которое должно быть +6 В (половина напряжения питания), на выводе 5 — +12 В, в противном случае следует искать ошибку в монтаже.

Подают на вход усилителя сигнал от возбудителя (SA2 остаётся выключенным) и проверяют работу предварительного усилителя. Сигнал на выводе 4 микросхемы DA1 должен быть чистым, без паразитных ВЧ осцилляций, близким к меандру амплитудой около 12 В. Если сигнал искажён, неустойчив или присутствует самовозбуждение, следует увеличить ёмкость конденсатора C16.

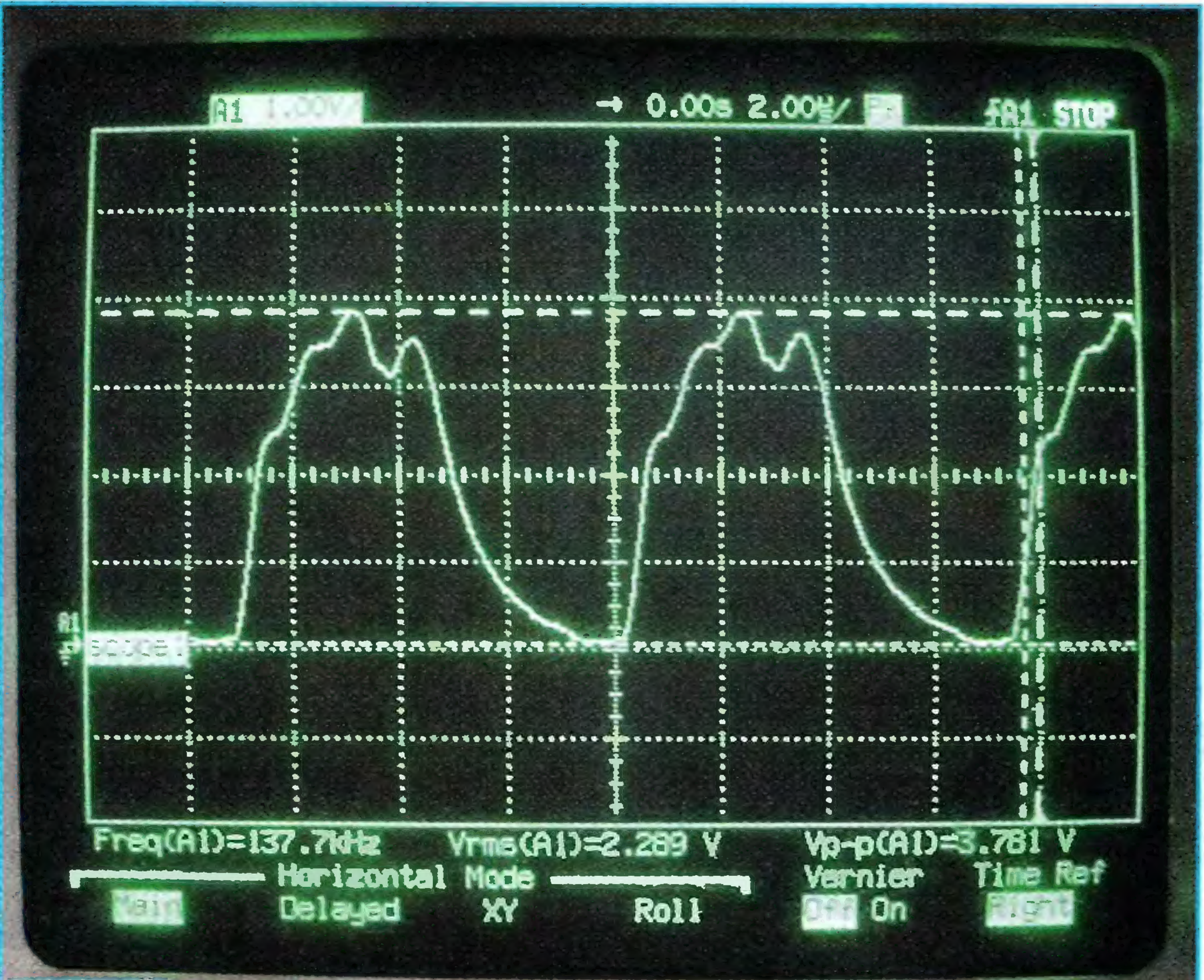


Рис. 3

К разъёму XW2 подключают эквивалент нагрузки (50 Ом), а переключатель SA3 устанавливают в нижнее по схеме положение. Не подавая сигнал возбуждения, замыкают переключатель SA2 и контролируют наличие напряжения питания на стоках выходных транзисторов. Движок подстроечного резистора R28 устанавливают в положение, при котором светодиод HL6 находится на пороге зажигания, но ещё не включается.

После этого следует подать сигнал от возбудителя и осциллографом убедиться в его наличии на нагрузке. Форма сигнала должна быть близка к сглаженному меандру. Переключателем SA3 устанавливают максимальное напряжение на нагрузке. По результатам измерения определяют мощность, которая должна получиться близкой к 100 Вт. Потребляемый ток составит около 5...6 А, а светодиодная шкала должна светиться примерно на половину своей длины.

Далее переключают осциллограф в режим медленной развёртки (10 мс на деление) и убеждаются в отсутствии заметной амплитудной модуляции выходного сигнала частотой 100 Гц (пульсациями напряжения питания). Наличие такой модуляции означает необходимость увеличить ёмкость конденсаторов фильтра C18, C19.

Форма сигнала на стоках выходных транзисторов должна примерно соответствовать осциллограмме, показанной на **рис. 3**. Размах напряжения может достигать удвоенного напряжения питания. При указанных на схеме номиналах антипаразитных цепей никаких значительных выбросов в момент переключения транзисторов не происходит, основной вклад в их подавление вносит цепь Зоббеля R23C24. Может оказаться, что форма сигнала на стоках транзисторов двух плеч различается. Как правило, это связано с несимметричной формой сигнала возбуждения либо с недостаточно аккуратным исполнением полуобмоток трансформаторов Т3 и Т4. В этом случае можно попробовать подключить конденсатор ёмкостью 4700...10000 пФ (C_x — показан на схеме штриховыми линиями) между выводами вторичной обмотки трансформатора Т3.

Амплитуда сигнала на затворах транзисторов VT1—VT4 не должна превышать 15 В (она ограничена стабилитронами). Сигнал должен иметь форму трапеции или меандра. Если амплитуда меньше 10 В, необходимо увеличить число витков вторичной обмотки трансформатора Т3. Недостаточное возбуждение выходного каскада также ведёт к повышенному нагреву транзисторов, так как они при этом работают в активном режиме и рассеиваемая на них мощность велика.

Дав усилителю поработать на полной мощности несколько минут, проверяют температуру его составных частей. Теплоотводы выходных транзисторов могут быть слегка тёплыми, а диодов выпрямителя и предварительного каскада — практически холодными. Выходной трансформатор Т4 также должен быть холодным. Следует обратить внимание на конденсатор C26. Если отмечен его повышенный нагрев, необходимо установить параллельно ему ещё один-два аналогичных конденсатора.

Автором были изготовлены три экземпляра усилителя. Все они довольно просто налаживались и показали устойчивую и надёжную работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кудрявцев А.** Возбудитель передатчика диапазона 136 кГц, или готовимся к выходу в ДВ эфир. — Радио, 2012, № 9, с. 59—61; № 10, с. 57—60.

2. **Нечаев И.** Светодиодный индикатор уровня сигнала. — Радио, 1988, № 12, с. 53.

3. Миниатюрный цифровой встраиваемый амперметр постоянного тока. — **www.smartmodule.ru** .

***От редакции**. Чертежи печатных плат и расположения элементов на них находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/08/tx136.zip** на FTP-сервере редакции.*

Новые тенденции радиочастотного анализа: компактность, точность, универсальность

В статье представлена группа портативных анализаторов спектра АКИП-4206—АКИП-4210 производства компании Aaronia AG (Германия) в составе пяти серий для широкого перечня измерительных приложений. Анализаторы спектра имеют компактный дизайн, различные режимы отображения и измерений, высокое качество сборки и весьма привлекательные цены.

Под термином "electrosmog" ("электронный смог", "ЭМ-пелена") подразумеваются электромагнитные помехи, которые подразделяют на низкочастотные — от электротяговых подстанций рельсового транспорта, мощных кабелей питания, распределительных подстанций, высоковольтных ЛЭП, либо высокочастотные — от сотовых телефонов, радиопередатчиков базовых станций мобильной связи, спутникового вещания, радаров, антенн радио- и телевещания, устройств Си-Би-диапазона, беспроводных устройств и радиотелефонов, бытовой техники ВЧ.

Обнаружение, оценка излучений и анализ влияния перечисленных электромагнитных помех возможно только посредством физических измерений с использованием соответствующих анализаторов. В полной мере этим требованиям соответствуют современные портативные анализаторы спектра **АКИП-4206 — АКИП-4210**.

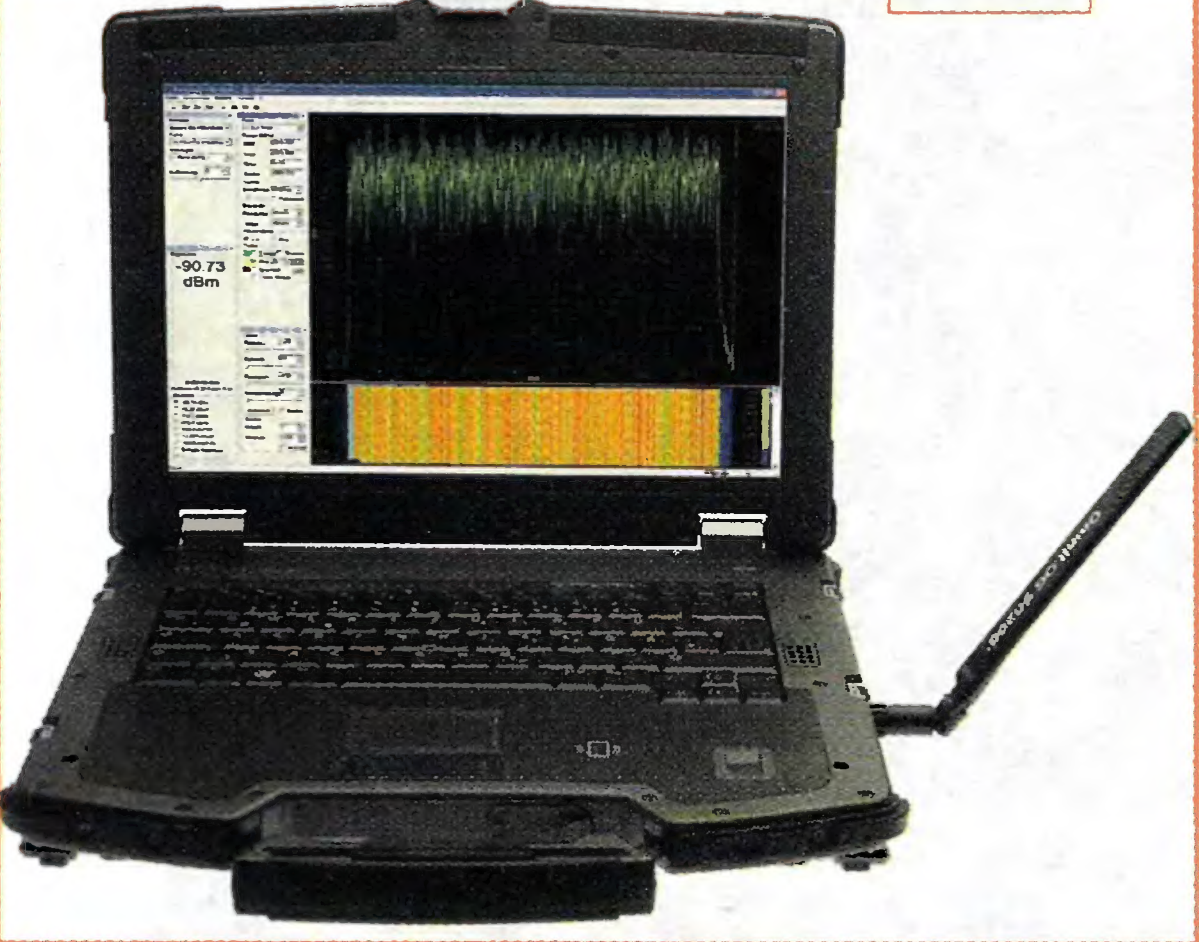


Фото 2

Фото 1

Для анализа сигналов радиочастотного спектра и помех в ВЧ области предлагаются модели:

— АКИП-4206 — максимальная частота анализа до 2,5/4 ГГц в зависимости от модели;

— АКИП-4207 (на **фото 1**) — максимальная частота анализа до 6/8/9,4 ГГц в зависимости от модели;

— АКИП-4208 (на **фото 2**) — с диапазоном частот полосы обзора 1 МГц...9,4 ГГц на базе ноутбука в специальном защитном корпусе (Military Standard).

В комплект поставки входит соответствующая логопериодическая антенна. Динамический диапазон измеряемых уровней — до 100 дБ. Доступны маркерные измерения (до трёх маркеров) и анализ временных интервалов. Имеется встроенный регистратор ёмкостью 64 кбайт. Минимальные уровни собственных шумов: –170 дБм/1 Гц (АКИП-4207/3), –145 дБм/1 Гц (АКИП-4207/2), –135 дБм/1 Гц (АКИП-4207/1). Максимальный уровень сигнала — +20 дБм (опционально +40 дБм).

ВЧ анализаторы имеют следующие основные режимы работы:

— анализатор спектра с функцией HOLD;

— демодуляция (audio): АМ, ЧМ, ФМ, GSM (в зависимости от модели);

— измерения ЭМИ с анализом соответствия нормам, включая ICNIRP (exposure limit calculation);

— измерения пиковых значений мощности СВЧ сигналов в дБм или дБмкВ в полосе частот до 10 ГГц (power-meter).

Для анализа НЧ сигналов радиочастотного спектра предлагаются ультракомпактные модели серии АКИП-4210 с диапазонами частот полосы обзора 10 Гц...10 кГц/1 Гц...400 кГц/1 Гц...30 МГц и функцией измерения напряжённости электрического и магнитного поля.

НЧ анализаторы имеют следующие параметры и режимы:

— максимальная полоса пропускания ПЧ — 0,3 Гц...1 МГц;

— минимальный интервал выборки — 10 мс;

— напряжённость электрического поля — до 1...5 В/м;

— напряжённость магнитного поля — 1 нТл... 2 мТл (100 нГс...1 Гс);

— чувствительность аналогового входа — 2 мкВ...200 мВ (АКИП-4210/2 и АКИП-4210/3);

— демодуляция сигналов АМ, ЧМ (в зависимости от модели);

— проверка соответствия стандартам ICNIRP, BGV B11, BImSchV и др.

Для жёстких полевых условий предлагается вариант исполнения АКИП-4209 на базе ноутбука в защитном корпусе (IP67) с полосой обзора 1 Гц...20 МГц и встроенным регистратором данных за длительный сеанс анализа радиочастотного спектра на HDD накопителе. Все портативные анализаторы АКИП могут применяться для организации длительной регистрации РЧ спектра, вплоть до суточных записей, с последующим анализом изменений, что позволяет достоверно оценить суммарное фактическое излучение. Благодаря этой особенности доступно выявление спорадических эффектов в ЭМС, определить которые иным способом или другим анализатором было бы весьма проблематично.

Для специальных приложений предлагается большой перечень антенн: пассивные (ближнего поля) с диапазоном частот 0...6 ГГц, измерительные и активные антенны (логопериодические/ биконические), антенны для ЭМИ/ЭМС измерений, радиальные изотропные антенны. Например, антенна АКИП-9703/6 имеет диапазон частот до 18 ГГц, усиление до 5 дБ (1133 точки для калибровки с шагом 10 МГц), разъём SMA для подключения.

Для управления прибором и анализа результатов от внешнего ПК предназначена штатная профессиональная управляющая программа **MCS**, она имеет мощные ресурсы и развитые прикладные возможности. Доступны on-line вывод данных на ПК и дистанционное управление сразу несколькими анализаторами (с поочередным обращением к одному из приборов). Предусмотрено масштабирование, представление спектра с функцией *Falloff* (цветное выделение статистического распределения частотных вариаций с отложением времени по вертикали). Отображаются до десяти маркеров по частоте и уровню. Программа обеспечивает интуитивно понятное управление .

Современная схемотехника анализаторов АКИП-4206—АКИП-4210, передовая компонентная база и материалы, используемые при производстве анализаторов и антенн, высокое немецкое качество сборки обеспечивают безупречные результаты частотного анализа и длительную эксплуатацию прибора. Гарантия производителя на все модели ВЧ и НЧ анализаторов спектра составляет рекордное для отрасли значение — 10 лет. Для моделей на базе ноутбука этот срок распространяется на аппаратную часть спектроанализатора (на ПК — два года). В составе комплекта каждого из приборов есть все необходимые принадлежности и аксессуары для эффективной работы.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.

Радио-Поиск 2013

Виктор Паршин с электронной викториной "Голоса птиц".

Артём Васюник разработал светильник "Дракоша".

Никита Чудинов демонстрирует работу музыкального центра.

Антон Василенко рассказывает о роботе-уборщике.

Алексей Прусаков и его роботанк.